

Requested Patent: WO0246845A1

Title: USE OF A PACKAGING STRIP AS A HOLOGRAPHIC DATA CARRIER ;

Abstracted Patent: US2004053140 ;

Publication Date: 2004-03-18 ;

Inventor(s):

STADLER STEFAN [DE]; ROEBER STEFAN [DE]; NOEHTE STEFFEN [DE]; LEIBER  
JORN [DE]; DIETRICH CHRISTOPH [DE]; GERSPACH MATTHIAS [DE] ;



Applicant(s): ;

Application Number: US20030433573 20030924 ;

Priority Number(s): DE20001060235 20001205; WO2001EP12238 20011023 ;

IPC Classification: G03H1/02 ;

Equivalents: DE10060235, EP1354246, JP2004529823T ;

ABSTRACT:

A packaging tape (3) which comprises a polymer film is used as a holographic data carrier. The packaging tape (3) is set up for the storage of holographic information. Holographic information can be put into the packaging tape (3) with the aid of a writing device (4), before an object (1) is packaged by using the packaging tape (3), but also afterwards.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

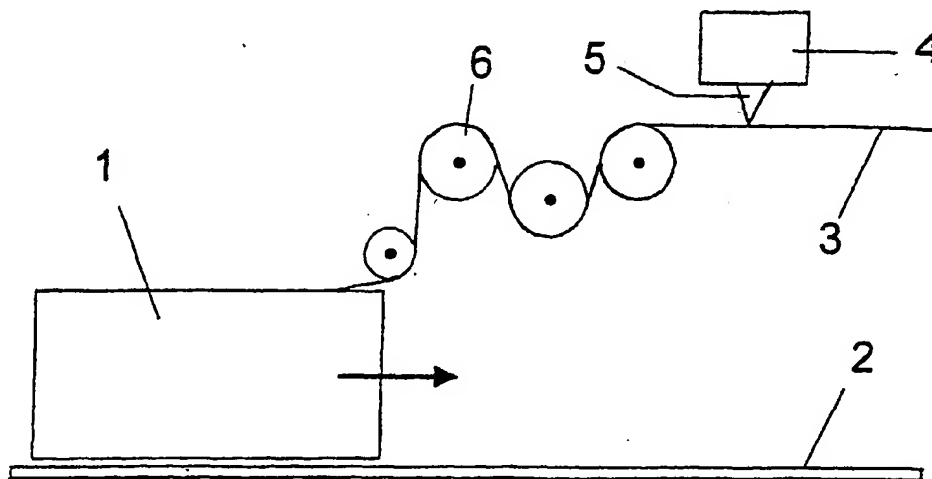
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/46845 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G03H 1/02, (72) Erfinder; und  
G09F 3/02, B65D 55/00 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STADLER, Stefan  
[DE/DE]; Wellingsbütteler Weg 117, 22391 Hamburg  
(DE). ROEBER, Stefan [DE/DE]; Brookkampsweg 2,  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/12238 22453 Hamburg (DE). NOEHTE, Steffen [DE/DE];  
Leberstrasse 51, 69469 Weinheim (DE). LEIBER, Jörn  
(22) Internationales Anmeldedatum: 23. Oktober 2001 (23.10.2001) [DE/DE]; An der Lohbek 6b, 22529 Hamburg (DE).  
DIETRICH, Christoph [DE/DE]; Dürerstr. 13, 69126  
(25) Einreichungssprache: Deutsch Heidelberg (DE). GERSPACH, Matthias [DE/DE];  
Husarenstrasse 9, 69121 Heidelberg (DE).  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 100 60 235.5 5. Dezember 2000 (05.12.2000) DE (74) Anwälte: BOTH, Georg usw.; Uexküll & Stolberg, Besel-  
erstrasse 4, 22607 Hamburg (DE).  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.  
von US): TESA AG [DE/DE]; Quickbornstrasse 24, 20253  
Hamburg (DE). EML EUROPEAN MEDIA LABORA-  
TORY GMBH [DE/DE]; Schloss-Wolfsbrunnengasse 33,  
69118 Heidelberg (DE). (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: USE OF A PACKING STRIP AS A HOLOGRAPHIC DATA CARRIER

(54) Bezeichnung: VERWENDUNG EINES PACKBANDS ALS HOLOGRAPHISCHER DATENTRÄGER



(57) Abstract: The invention relates to a packing strip (3) comprising a polymer film and used as a holographic data carrier. To this end, the packing strip (3) is designed to store holographic information. Holographic information can be entered into the packing strip (3) by means of a writing device (4), both before an object (1) is packed using the packing strip (3), and after.

(57) Zusammenfassung: Ein Packband (3), das eine Polymerfolie aufweist, wird als holographischer Datenträger verwendet. Dabei ist das Packband (3) zum Speichern von holographischer Information eingerichtet. Holographische Information kann mit Hilfe einer Schreibeinrichtung (4) in das Packband (3) eingegeben werden, bevor ein Gegenstand (1) unter Benutzung des Packbands (3) verpackt wird, aber auch hinterher.

WO 02/46845 A1



**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

### Verwendung eines Packbands als holographischer Datenträger

Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Packbands, das eine Polymerfolie aufweist.

Packbänder, die eine Polymerfolie enthalten, deren Unterseite in  
5 der Regel mit einer Klebeschicht versehen ist, werden beim Verpacken von Gegenständen in großem Umfang benutzt. Häufig ist die Polymerfolie durch eine Gewebeeinlage verstärkt. Ein derartiges Packband kann z.B. um einen Karton gewickelt werden, um den Karton zu verschließen und gegebenenfalls auch abzudichten oder  
10 zu verstärken.

Für logistische Zwecke werden derzeit neben herkömmlichen Transportpapieren vor allem Barcodes verwendet. Dabei wird z.B. ein Etikett mit einem eindimensionalen oder zweidimensionalen Barcode  
15 auf ein Paket geklebt. Der Barcode enthält z.B. eine Referenznummer, der mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung weitere Informationen zugeordnet werden können. Die direkte Speicherkapazität von Barcodes ist aber sehr begrenzt. In naher

- 2 -

Zukunft ist auch mit dem Einsatz von Transpondern für logistische Zwecke zu rechnen. Transponder haben den Vorteil, dass sie ohne freie optische Sicht detektiert werden können. Ihre Speicherkapazität ist dagegen gering, und die Kosten für einen Masseneinsatz sind derzeit noch zu hoch.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine einfache und kostengünstige Möglichkeit zu schaffen, um einen Gegenstand, insbesondere einen verpackten Gegenstand bzw. dessen Verpackung, mit einer größeren Menge an Information zu versehen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Verwendung eines Packbands gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird ein Packband, das eine Polymerfolie aufweist, als holographischer Datenträger verwendet, wobei das Packband zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist. Vorzugsweise wird das Packband zum Verpacken von Gegenständen benutzt. Andere Anwendungen, z.B. als Etikett, sind aber ebenfalls denkbar. Bei einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Packband eine Klebeschicht auf, damit es selbstklebend an einem Gegenstand anhaftet. Es kann auch weitere Komponenten haben, z.B. eine Gewebereinlage als Verstärkung.

Da das Packband zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist, kann es große Datenmengen aufnehmen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Barcodes können daher einem Gegenstand auf direkte Weise größere Mengen an Information zugeordnet werden. Beispiele dafür sind bei einem Paket, das unter Benutzung des Packbands verpackt ist, die Lieferadresse, der Absender, Transportpapiere, aber auch z.B. Sicherheitsdatenblätter, Handbücher und ähnliches. So ermöglicht es die Erfindung, Gegenstände auf schnelle und kostengünstige Weise unter Einsparung von Arbeitsschritten zu verpacken und mit Informationen für logistische Zwecke, aber auch mit zusätzlichen Informationen zu versehen.

- 3 -

Die holographische Information wird vorzugsweise in Form von maschinenlesbaren Datenseiten gespeichert, wie weiter unten näher erläutert. Bei der Verwendung des Packbands kann zunächst ein Gegenstand unter Benutzung des Packbands verpackt werden, 5 und anschließend wird holographische Information in das Packband eingegeben. Alternativ kann zunächst holographische Information in das Packband eingegeben werden, z.B. nach dem Abwickeln von einer Vorratsrolle in einer für diesen Zweck vorgesehenen Schreibereinrichtung, und anschließend wird der Gegenstand unter 10 Benutzung des Packbands verpackt. Mischformen sind ebenfalls denkbar, bei denen holographische Information vor und nach dem Verpacken des Gegenstands in das Packband eingeschrieben wird. Bei derartigen Anwendungen lassen sich herkömmliche Verpackungsmaschinen benutzen. Lediglich zum Eingeben der holographischen 15 Information ist eine zusätzliche Schreibereinrichtung erforderlich. Derartige Schreibereinrichtungen, die z.B. einen Laserlithografen aufweisen, haben ein relativ kleines Volumen, so dass eine vorhandene Verpackungsmaschine mit vertretbarem Aufwand nachgerüstet werden kann. Die in das Packband einzugebende Information lässt sich ohne Probleme spezifisch auf den gegebenen 20 zu verpackenden Gegenstand abstimmen.

Geeignete Materialien für die Polymerfolie sind z.B. Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyester, Polyethylenterephthalat (PET), 25 Polyethylennaphthalat, Polymethylpenten (PMP; auch Poly-2-methylpenten) sowie Polyimid. Die Polymerfolie hat vorzugsweise eine Stärke, wie sie bei herkömmlichen Packbändern üblich ist und für die gewünschte Festigkeit erforderlich. Wenn nur eine Anzahl begrenzter Bereiche des Packbands zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist (siehe unten), können 30 derartige Bereiche eine eigene Polymerfolie haben, die erheblich dünner ist als die Tragstruktur des Packbands; in diesem Fall ist es auch denkbar, dass die Tragstruktur des Packbands selbst gar keine Polymerfolie aufweist.

35

Die Polymerfolie kann vertreckt sein und ist vorzugsweise biaxial verstreckt, z.B. indem sie bei der Herstellung innerhalb

- 4 -

ihrer Ebene in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen vorgespannt wird. Dies erhöht in der Regel die Festigkeit der Polymerfolie. Ferner ist bei einer verstreckten Polymerfolie im Folienmaterial eine hohe Energiedichte gespeichert. Durch lokale  
5 Erwärmung unter Deposition einer verhältnismäßig geringen Energiemenge pro Flächeneinheit, z.B. mit Hilfe eines Schreibstrahls einer Schreibeinrichtung, kann eine relativ starke Materialänderung mit einer Veränderung der lokalen Eigenschaften der Polymerfolie erzielt werden.

10

Verstreckte Polymerfolien eignen sich daher besonders für eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung. Dabei ist die Polymerfolie lokal durch Erwärmung veränderbar und zum Speichern von holographischer Information über die lokalen Eigenschaften der  
15 Polymerfolie eingerichtet. Es gibt verschiedene Möglichkeiten zum Ausnutzen dieses Effekts.

Bei einer Möglichkeit ist die Brechzahl der Polymerfolie lokal durch Erwärmung veränderbar, wobei optische Phaseninformation  
20 über die lokale optische Weglänge in der Polymerfolie abspeicherbar ist und es vorgesehen ist, die Polymerfolie beim Auslesen von Information in Transmission zu durchstrahlen. In der Polymerfolie lässt sich also lokal, d. h. in einem zum Speichern einer Informationseinheit vorgesehenen Bereich, Phaseninformation  
25 ablegen, indem in diesem Bereich die Brechzahl durch Erwärmung (z.B. mit Hilfe eines Schreibstrahls einer Schreibeinrichtung) verändert wird. Die lokale Änderung der Brechzahl bewirkt eine Änderung der optischen Weglänge der beim Auslesen von Information aus der Polymerfolie verwendeten Strahlung (die die  
30 Polymerfolie in Transmission durchstrahlt). Die optische Weglänge ist nämlich das Produkt aus der geometrischen Weglänge und der Brechzahl; über eine Änderung der Brechzahl lässt sich also die lokale Phasenlage der beim Auslesen von Information eingesetzten Strahlung beeinflussen, d.h. die gewünschte holographische  
35 Information als Phaseninformation abspeichern. Ein auf diese Weise in der Polymerfolie des Packbands erzeugtes Hologramm ist demnach ein refraktives Phasenhologramm.

- 5 -

Bei einer anderen Möglichkeit ist die Oberflächenstruktur der Polymerfolie lokal durch Erwärmung veränderbar, wobei holographische Information über die lokale Oberflächenstruktur der Polymerfolie abspeicherbar ist. In diesem Fall lässt sich also  
5 die Oberflächenstruktur oder Topographie der Polymerfolie lokal verändern, indem z.B. ein als Schreibstrahl dienender Laserstrahl auf die Polymerfolie, vorzugsweise deren Oberflächenzone, fokussiert wird, so dass die Lichtenergie dort absorbiert und in Wärmeenergie umgewandelt wird. Insbesondere, wenn  
10 der Laserstrahl kurzzeitig (gepulst) eingestrahlt wird, bleibt die zu der lokalen Änderung der Oberflächenstruktur führende Materialveränderung in der Polymerfolie aufgrund der allgemein schlechten Wärmeleitfähigkeit des Polymers auf ein sehr enges Volumen begrenzt. Wenn die holographische Information Punkt für  
15 Punkt in die Polymerfolie des Packbands eingegeben wird, wobei der einem Punkt zugeordnete Bereich typischerweise lineare seitliche Abmessungen in der Größenordnung von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1  $\mu\text{m}$  hat, ändert sich das Höhenprofil der Polymerfolie typischerweise um 50 nm bis 500 nm, was im Einzelnen von den Eigenschaften und  
20 Betriebsbedingungen des Schreibstrahls sowie den Eigenschaften des Packbands abhängt. Das Punktraster, d.h. der Mittenabstand zwischen zwei Punkten ("Pits"), liegt typischerweise im Bereich von 1  $\mu\text{m}$  bis 2  $\mu\text{m}$ . Generell gilt, dass kürzere Lichtwellenlängen des Schreibstrahls ein engeres Punktraster zulassen.

25 Der Polymerfolie kann ein Absorberfarbstoff zugeordnet sein, der dazu eingerichtet ist, einen zum Eingeben von Information dienenden Schreibstrahl zumindest teilweise zu absorbieren und die dabei erzeugte Wärme zumindest teilweise lokal an die Polymerfolie abzugeben. Ein derartiger Absorberfarbstoff ermöglicht eine  
30 zur Änderung der lokalen Eigenschaften der Polymerfolie (z.B. der Änderung der lokalen Brechzahl oder der lokalen Oberflächenstruktur) ausreichende lokale Erwärmung der Polymerfolie bei relativ geringer Intensität des Schreibstrahls. Der  
35 Absorberfarbstoff kann in dem Material der Polymerfolie enthalten sein. Er kann aber auch in einer separaten Absorberschicht angeordnet sein, die vorzugsweise ein Bindemittel aufweist;



- 6 -

Mischformen sind ebenfalls denkbar. So kann die Absorberschicht z.B. eine dünne Schicht (z.B. einer Dicke von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 5  $\mu\text{m}$ ) aus einem optisch transparenten Polymer aufweisen (z.B. aus Polymethylmethacrylat (PMMA) oder, bei Anwendungen für höhere  
5 Temperaturen, aus Polymethylpenten, Polyetheretherketon (PEEK) oder Polyetherimid), das als Matrix oder Bindemittel für die Moleküle des Absorberfarbstoffs dient. Das Absorptionsmaximum des Absorberfarbstoffs sollte mit der Lichtwellenlänge des verwendeten Schreibstrahls zusammenfallen, um eine effiziente Ab-  
10 sorption zu erzielen. Für eine Lichtwellenlänge von 532 nm eines von einem Laser erzeugten Schreibstrahls sind z.B. Farbstoffe aus der Sudanrot-Familie (Diazofarbstoffe) oder (für besonders polare Kunststoffe) Eosinscharlach geeignet. Für die gebräuchli-  
chen Laserdioden mit einer Lichtwellenlänge von 650 bis 660 nm  
15 oder 685 nm sind grüne Farbstoffe, z.B. aus der Styryl-Familie (die als Laserfarbstoffe gebräuchlich sind), besser geeignet.

Bei einer alternativen Ausgestaltung trägt die Polymerfolie eine Farbstoffschicht mit einem durch Belichtung veränderbaren Farb-  
20 stoff. Dabei ist die holographische Information über das lokale Absorptionsvermögen in der Farbstoffschicht abspeicherbar. Beim Auslesen von Information wird die Farbstoffschicht durchstrahlt, wobei das infolge von Veränderungen in dem Farbstoff lokal vari-  
ierende Absorptionsvermögen in der Farbstoffschicht die Strah-  
25 lung beeinflusst, was die Rekonstruktion eines holographischen Bildes ermöglicht. Der lokale Bereich zum Speichern einer Informationseinheit hat typischerweise lineare Abmessungen (d.h. z.B. eine Seitenlänge oder einen Durchmesser) in der Größenordnung  
von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1  $\mu\text{m}$ , aber auch andere Größen sind möglich.

30 Vorzugsweise werden die Moleküle des Farbstoffs bei Belichtung mit Strahlung, die zum Eingeben von holographischer Information dient, ausgebleicht oder zerstört. Unter "Ausbleichen" versteht man die Schädigung des chromophoren Systems eines Farbstoffmole-  
35 küls durch Anregung mit intensivem Licht geeigneter Wellenlänge, ohne dabei das Grundgerüst des Farbstoffmoleküls zu zerstören. Das Farbstoffmolekül verliert dabei seine Farbeigenschaften und

- 7 -

wird bei ausreichender Belichtung für das zum Bleichen verwendete Licht optisch transparent. Wird dagegen auch das Grundgerüst eines Farbstoffmoleküls zerstört, spricht man bei der durch die Belichtung bewirkten Veränderung von "Zerstörung" des Farbstoffs. Das zum Belichten, also zum Eingeben von Information, verwendete Licht muss nicht im sichtbaren Wellenlängenbereich liegen.

Die Farbstoffschicht weist vorzugsweise eine Polymermatrix auf, in die Farbstoffmoleküle eingebettet sind. Vorzugsweise sind die Farbstoffmoleküle homogen in der Farbstoffschicht oder einem Teil der Farbstoffschicht verteilt. Als Materialien für die Polymermatrix bieten sich Polymere oder Copolymere, wie z.B. Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyimide, Polyetherimide, Polymethylpenten, Polycarbonat, cycloolefinische Copolymere oder Polyetheretherketon (PEEK), an. Beim Herstellen des Packbands kann eine Polymermatrix, die Farbstoff enthält, z.B. durch Aufrakeln auf die als Träger dienende Polymerfolie oder auf eine zuvor auf die Polymerfolie aufgebrachte Reflexionsschicht (siehe unten) aufgetragen werden.

Als Farbstoff sind leicht ausbleichbare Farbstoffe besonders geeignet, wie z.B. Azo- und Diazofarbstoffe (z.B. die Sudanrot-Familie). So lässt sich bei Farbstoffen aus der Sudanrot-Familie Information mit einem Schreibstrahl einer Lichtwellenlänge von 532 nm eingeben. Vorzugsweise sind derartige Farbstoffe jedoch nicht so instabil gegen Belichtung, dass bereits durch Umgebungslicht (Sonne, künstliche Beleuchtung) ein Bleichvorgang einsetzt. Wenn der Schreibstrahl mit einem Laser erzeugt wird, lassen sich deutlich höhere Intensitäten in der Farbstoffschicht erzielen als bei Belichtung durch Umgebungslicht, so dass Farbstoffe zur Verfügung stehen, die für die gewünschte Anwendung zumindest weitgehend unempfindlich gegen Umgebungslicht sind. Der Farbstoff muss also nicht lichtempfindlich sein, ganz im Gegensatz zu einem photographischen Film. Soll der Farbstoff dagegen nicht ausgebleicht, sondern mit höherer Laserleistung zerstört werden, kann man auf eine Vielzahl von Farbstoffen

- 8 -

zurückgreifen. Vorzugsweise ist dabei das Absorptionsmaximum des jeweiligen Farbstoffs an die Wellenlänge des als Schreibstrahls verwendeten Lasers angepasst. Weitere geeignete Farbstoffe sind Polymethinfarbstoffe, Arylmethinfarbstoffe, Aza[18]annulen-Farbstoffe sowie Triphenylmethanfarbstoffe.

Da es möglich sein soll, die Hologramme des Packbands, d.h. die in das Packband eingegebene holographische Information, auch dann auszulesen, wenn das Packband z.B. auf ein Paket aufgeklebt ist, ist es vorteilhaft, wenn das Packband eine Reflexionsschicht aufweist, die dazu eingerichtet ist, zum Auslesen von holographischer Information dienendes Licht zu reflektieren. Das Licht wird dabei auf das Packband gerichtet und von der Reflexionsschicht zurückgeworfen, wobei es von den zum Speichern von holographischer Information bewirkten Veränderungen an dem Packband moduliert wird. Das reflektierte Licht kann dann in einer günstigen geometrischen Anordnung erfasst werden, um ein holographisches Bild der holographischen Information zu rekonstruieren. An welcher Stelle des Packbands, bezogen auf dessen Querschnitt, die Reflexionsschicht am vorteilhaftesten angeordnet ist, hängt von dem Effekt ab, der zum Speichern von holographischer Information genutzt wird. Der Leseprozess kann aber auch ohne zusätzliche Reflexionsschicht erfolgen, was je nach Anwendungsfall sogar zu besseren Ergebnissen führen kann.

Wenn optische Phaseninformation über die lokale optische Weglänge in der Polymerfolie abgespeichert wird, ist es vorgesehen, die Polymerfolie beim Auslesen von Information vorzugsweise in Transmission zu durchstrahlen. In diesem Falle befindet sich die Reflexionsschicht vorzugsweise zwischen der Polymerfolie und einer Klebeschicht. Wenn holographische Information über die lokale Oberflächenstruktur der Polymerfolie abgespeichert wird, kann die Reflexionsschicht ebenfalls zwischen der Polymerfolie und einer Klebeschicht angeordnet sein; in diesem Falle wird die Oberflächenstruktur der Polymerfolie beim Auslesen von Information zweimal durchstrahlt. Alternativ kann die Reflexionsschicht an der Oberfläche der Polymerfolie angeordnet sein, deren lokale

- 9 -

Struktur beim Eingeben der holographischen Information verändert wird, also vorzugsweise an der Oberseite der Polymerfolie. Wenn eine Farbstoffschicht zum Einsatz kommt, die beim Auslesen von Information in Transmission durchstrahlt wird, befindet sich die  
5 Reflexionsschicht z.B. zwischen der Polymerfolie und der Farbstoffschicht oder zwischen einer Klebeschicht und der Polymerfolie.

Die zu speichernde holographische Information kann in das Packband eingegeben werden, indem in einem Hologramm eines Speicherobjekts enthaltene holographische Information als zweidimensionale Anordnung berechnet wird und ein Schreibstrahl einer Schreibeinrichtung, vorzugsweise eines Laserlithographen, auf das Packband gerichtet und entsprechend der zweidimensionalen  
15 Anordnung so angesteuert wird, dass die lokalen Eigenschaften des Packbands gemäß der holographischen Information eingestellt werden. Da die physikalischen Vorgänge bei der Streuung von Licht an einem Speicherobject bekannt ist, kann z.B. ein herkömmlicher Aufbau zum Erzeugen eines Hologramms (bei dem kohärentes Licht von einem Laser, das von einem Objekt (Speicherobjekt) gestreut wird, mit einem kohärenten Referenzstrahl zur Interferenz gebracht wird und das dabei entstehende Interferenzmuster als Hologramm aufgenommen wird) mit Hilfe eines Computerprogramms simuliert und das Interferenzmuster bzw. die Modulation der lokalen Eigenschaften des Packbands als zweidimensionale Anordnung (zweidimensionaler Array) berechnet werden.  
25

Wie weiter oben bereits erläutert, sind Beispiele für die lokalen Eigenschaften des Packbands, die gemäß der holographischen Information eingestellt werden, die lokale Brechzahl der Polymerfolie, die lokale Oberflächenstruktur der Polymerfolie sowie das lokale Absorptionsvermögen einer von der Polymerfolie getragenen Farbstoffschicht.  
30

Die Auflösung eines geeigneten Laserlithographen beträgt typischerweise etwa 50 000 dpi (dots per inch). Damit kann die Polymerfolie bzw. eine von der Polymerfolie getragene Farbstoff-  
35

- 10 -

schicht lokal in Bereichen oder Pits einer Größe von etwa 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1  $\mu\text{m}$  verändert werden. Die Schreibgeschwindigkeit und andere Details hängen unter anderem von den Parametern des Schreiblasers (Laserleistung, Lichtwellenlänge) und der Belichtungsdauer sowie von den Eigenschaften der Polymerfolie, der Farbstoffschicht oder eines etwaigen Absorberfarbstoffs ab.

Die holographische Information wird also vorzugsweise in Form von Pits vorgegebener Größe eingegeben; der Begriff "Pit" ist hier allgemeiner im Sinne eines veränderten Bereichs zu verstehen und nicht eingeschränkt auf seine ursprüngliche Bedeutung (Loch oder Vertiefung). Dabei kann in einem Pit die holographische Information in binär kodierter Form gespeichert werden. Das heißt, im Bereich eines gegebenen Pits nehmen die lokalen Eigenschaften des Packbands nur eine von zwei möglichen Grundformen (Grundwerten) an. Diese Grundformen unterscheiden sich vorzugsweise deutlich, damit in der Praxis vorkommende Zwischenformen, die nahe bei der einen oder der anderen Grundform liegen, eindeutig der einen oder der anderen Grundform zugeordnet werden können, um die Information zuverlässig und eindeutig zu speichern.

Alternativ kann in einem Pit die holographische Information in kontinuierlich kodierter Form gespeichert werden, wobei die lokalen Eigenschaften des Packbands in dem Pit gemäß einem Wert aus einem vorgegebenen Wertebereich eingestellt werden. Wenn z.B. die lokale Oberflächenstruktur der Polymerfolie eingestellt werden soll, wird also die lokale maximale Höhenänderung der Oberflächenstruktur in dem Pit aus einem vorgegebenen Wertebereich ausgewählt. Dies bedeutet, dass in einem gegebenen Pit die Oberflächenstruktur der Polymerfolie Zwischenformen zwischen zwei Grundformen annehmen kann, so dass die maximale Höhenänderung der vorliegenden Zwischenform einen Wert aus einem vorgegebenen Wertebereich annimmt, dessen Grenzen durch die maximalen Höhenänderungen der beiden Grundformen gegeben sind. In diesem Fall lässt sich die Information also "in Graustufen" abspeichern, so dass jedem Pit der Informationsgehalt von mehr als

- 11 -

einem Bit zukommt. Entsprechendes gilt für die Einstellung der lokalen Brechzahl der Polymerfolie oder des lokalen Absorptionsvermögens in der Farbstoffschicht.

- 5 Zum Auslesen von holographischer Information aus dem Packband kann Licht, vorzugsweise kohärentes Licht (z.B. von einem Laser), großflächig auf das Packband gerichtet werden. Dabei wird das Licht von den lokal variierenden Eigenschaften des Packbands (z.B. der Brechzahl oder der Oberflächenstruktur der Polymerfolie oder dem Absorptionsvermögen der Farbstoffschicht) moduliert. Nach Reflexion an dem Packband, also vorzugsweise nach Reflexion an einer Reflexionsschicht, wird als Rekonstruktion der in dem von dem Licht erfassten Bereich enthaltenen holographischen Information ein holographisches Bild in einem Abstand zu dem Packband erfasst, z.B. mit einem CCD-Sensor, der mit einer Datenverarbeitungseinrichtung verbunden ist.

- Unter dem Begriff "großflächig" ist eine Fläche zu verstehen, die deutlich größer ist als die Fläche eines Pits. In diesem Sinne ist z.B. eine Fläche von  $1 \text{ mm}^2$  großflächig. Für das Schema, nach dem Information abgelegt und ausgelesen wird, gibt es viele verschiedene Möglichkeiten. Es ist denkbar, ein Hologramm an dem Packband auf einmal auszulesen, indem die gesamte Fläche des als Hologramm eingerichteten Bereichs des Packbands auf einmal bestrahlt wird. Insbesondere bei größeren Flächen ist es jedoch vorteilhaft, die zu speichernde Information auf eine Anzahl oder Vielzahl von Einzelbereichen aufzuteilen (z.B. mit einer jeweiligen Fläche von  $1 \text{ mm}^2$ ) und die Information lediglich aus einem vorgegebenen Einzelbereich auf einmal auszulesen.

- 30 Beim Auslesen von Information kommt es durch die lokal variierenden Eigenschaften des Packbands zu Laufzeitunterschieden der von verschiedenen Punkten ausgehenden Lichtwellen, also im Wesentlichen zu einer periodischen Phasenmodulation (was insbesondere bei einer lokalen Einstellung der Brechzahl oder der Oberflächenstruktur der Polymerfolie gilt) oder zu einer Amplitudenmodulation (insbesondere bei einem lokal variierenden Absorp-

- 12 -

tionsvermögen einer Farbstoffschicht). Der von dem Licht erfasste Bereich des Packbands wirkt so wie ein Beugungsgitter, das einfallendes Licht in einer definierten Art und Weise ablenkt. Das abgelenkte Licht formt ein Bild des Speicherobjekts, das die  
5 Rekonstruktion von gespeicherter holographischer Information darstellt.

Grundsätzlich lässt sich mit dem Packband holographische Information von unterschiedlichen Arten von Speicherobjekten nutzen.  
10 So kann z.B. die in Bildern, wie z.B. Fotografien, Logos, Schriften, usw., enthaltene Information gespeichert und ausgelesen werden. Besonders vorteilhaft ist jedoch das Speichern maschinenlesbarer Daten, da so z.B. die eingangs erwähnten Daten, wie Lieferadresse, Absender, Transportpapiere, Sicherheitsdaten-  
15 blätter, Handbücher und ähnliches, abgelegt werden können. Dies erfolgt beispielsweise in Form sogenannter Datenseiten, wobei die in einem Hologramm eines graphischen Bitmusters (das die Dateninformation darstellt) enthaltene holographische Information wie erläutert in das Packband eingegeben wird. Beim Aus-  
20 lesen entsteht ein holographisches Bild dieses graphischen Bitmusters. Die darin enthaltene Information kann z.B. mit Hilfe eines genau justierten CCD-Sensors erfasst und über zugehörige Auswertesoftware verarbeitet werden. Für die Wiedergabe von Bildern, bei denen es nicht auf eine hohe Genauigkeit ankommt, reicht im Prinzip bereits eine einfache Mattscheibe oder z.B.  
25 eine Kamera mit einem LCD-Bildschirm. Bei der holographischen Speicherung maschinenlesbarer Daten ist es vorteilhaft, dass die Information nicht sequentiell ausgelesen werden muss, sondern dass ein ganzer Datensatz auf einmal erfasst werden kann, wie  
30 erläutert. Sollte die Oberfläche des Packbands beschädigt sein, so führt dies im Gegensatz zu einem herkömmlichen Datenspeicher nicht zu einem Datenverlust, sondern lediglich zu einer Verschlechterung der Auflösung des beim Auslesen der Information rekonstruierten holographischen Bildes, was in der Regel unproblematisch ist.  
35

- 13 -

Es ist nicht erforderlich, dass das gesamte Packband zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist. Für die erläuterten Zwecke reicht es in der Regel aus, wenn das Packband lediglich eine Anzahl begrenzter Bereiche hat, die jeweils zum  
5 Speichern von holographischer Information eingerichtet sind. Mit einer derartigen Ausführung lassen sich unter Umständen Kosten sparen, denn es kann ein herkömmliches, kostengünstiges Packband als Ausgangsmaterial benutzt werden, das nur in den begrenzten Bereichen aufwendiger gestaltet ist, um das Ein-  
10 schreiben und Auslesen von holographischer Information zu ermöglichen. Solche begrenzten Bereiche lassen sich zum Beispiel schaffen, indem ein Absorberfarbstoff mit Hilfe eines Druckverfahrens auf ein Packband aus verstreckter Polypropylen-, Polyvinylchlorid- oder Polyesterfolie aufgebracht wird.

15 Es ist auch denkbar, dass die begrenzten Bereiche jeweils ein eigenes Stück Polymerfolie aufweisen, auf das gegebenenfalls zusätzliche Schichten wie eine Absorberschicht, eine Farbstoffschicht oder eine Reflexionsschicht aufgebracht sind, um das  
20 Speichern von holographischer Information zum Beispiel nach einer der oben näher erläuterten Möglichkeiten zu erlauben. Derart ausgestaltete begrenzte Bereiche können auf die Tragstruktur des Packbands (die eine Polymerfolie aufweisen kann, aber nicht muss) z.B. aufgeklebt oder aufgeschweißt sein. Es  
25 wird jedoch bevorzugt, als Polymerfolie eine gemeinsame Polymerfolie für das gesamte Packband vorzusehen, etwa eine Polymerfolie, die gleichzeitig die tragende Struktur des Packbands darstellt. Auf dieser Polymerfolie lassen sich dann z.B. durch Aufbringen der genannten zusätzlichen Schichten nur in den be-  
30 grenzten Bereichen Zonen bereitstellen, in denen die Möglichkeit zum Speichern holographischer Information gegeben ist.

Vorzugsweise sind die begrenzten Bereiche in vorgegebenen Abständen auf dem Packband angeordnet. Dies erleichtert das Eingeben und Auslesen von holographischer Information in automatisierten Anlagen. Die begrenzten Bereiche können beispielsweise



- 14 -

kreisförmig mit einem Durchmesser von 6 mm sein und gegenseitige Mittenabstände in Längsrichtung des Packbands von 40 mm haben.

Wenn holographische Information wieder von dem Packband gelöscht  
5 werden soll, werden die betreffenden Hologramme vorzugsweise mit einem starken Schreibstrahl zerstört. In diesem Fall steht der zerstörte Bereich nicht mehr für das Speichern neuer Information zur Verfügung, was jedoch in der Regel unerheblich ist, da wegen der großen Speicherdichte, die Hologramme bieten, meist noch  
10 unbenutzte Zonen auf dem Packband vorhanden sind, in die sich holographische Information eingeben lässt.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen weiter erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

15

Figur 1 eine schematische Darstellung, die veranschaulicht, wie in ein Packband holographische Information eingeschrieben wird, bevor das Packband um ein Paket geklebt wird,

20 Figur 2 eine schematische Darstellung, die veranschaulicht, wie holographische Information in ein Packband eingegeben wird, das bereits um ein Paket geklebt ist,

Figur 3 eine schematische Draufsicht auf einen Ausschnitt aus  
25 einem zum Speichern von holographischer Information eingerichteten Bereich des Packbands,

Figur 4 einen schematischen Längsschnitt durch einen zum Speichern von holographischer Information eingerichteten  
30 Bereich des Packbands, in dem holographische Information über die lokale optische Weglänge in einer Polymerfolie abspeicherbar ist,

Figur 5 einen Längsschnitt gemäß Figur 4, wobei die Vorgänge  
35 beim Auslesen von Information in schematischer Weise veranschaulicht sind,

- 15 -

Figur 6 einen schematischen Längsschnitt durch einen zum Speichern von holographischer Information eingerichteten Bereich des Packbands, in dem holographische Information über die lokale Oberflächenstruktur einer Polymerfolie abspeicherbar ist, wobei mit Hilfe eines Schreibstrahls Information eingegeben wird,

Figur 7 einen Längsschnitt gemäß Figur 6, nachdem zum Eingeben der Information die Oberflächenstruktur lokal verändert worden ist,

Figur 8 einen Längsschnitt gemäß Figur 7, wobei die Vorgänge beim Auslesen von Information in schematischer Weise veranschaulicht sind,

Figur 9 einen schematischen Längsschnitt durch einen zum Speichern von holographischer Information eingerichteten Bereich des Packbands, in dem holographische Information über das lokale Absorptionsvermögen in einer Farbstoffschicht abspeicherbar ist, und

Figur 10 einen Längsschnitt gemäß Figur 9, wobei die Vorgänge beim Auslesen von Information in schematischer Weise veranschaulicht sind.

In den Figuren 1 und 2 ist in schematischer Weise veranschaulicht, wie ein Paket unter Benutzung eines Packbands verpackt wird und dabei in das Packband, das als holographischer Datenträger dient, holographische Information eingegeben wird. Diese Information kann für logistische Zwecke vorgesehen sein und z.B. die Lieferadresse und den Absender sowie die Transportpapiere für das Paket enthalten. Da holographische Datenträger eine hohe Speicherkapazität haben, lassen sich im Prinzip auch weitere Daten in Form von Hologrammen auf dem Packband speichern. Beispiele hierfür sind Sicherheitsdatenblätter, Handbücher und ähnliches, also Daten, die zu dem Inhalt des Pakets in Beziehung

- 16 -

stehen. Darüber hinaus lassen sich auch andere Dateninhalte in holographischer Form auf dem Packband ablegen.

In Figur 1 wird ein Paket 1 auf einem Laufband 2 transportiert.  
5 Ein Packband 3 ("Carton Sealing Tape", CST) wird über dem Laufband 2 und entgegen dessen Laufrichtung mit Hilfe einer herkömmlichen Verpackungsvorrichtung herangeführt. Das Packband 3 ist zum Speichern von holographischer Information eingerichtet, wie  
10 weiter unten näher erläutert. Über dem Packband 3 befindet sich eine Schreibeinrichtung 4, die einen Laserstrahl als Schreibstrahl 5 verwendet, um holographische Information in das Packband 3 einzugeben. Im Ausführungsbeispiel ist die Schreibeinrichtung 4 ein Laserlithograph. Anschließend durchläuft das Packband 3 Umlenkrollen 6 und wird auf das Paket 1 aufgebracht.

15 Das Packband 3 ist an seiner Unterseite mit einer Klebeschicht versehen, so dass es an dem Paket 1, das im Ausführungsbeispiel eine Kartonverpackung aufweist, anhaftet und das Paket 1 verschließt und abdichtet. Diese Schritte werden auf einer herkömmlichen Anlage durchgeführt. Neu hinzugekommen ist lediglich die  
20 Schreibeinrichtung 4, die aufgrund ihrer relativ geringen Größe problemlos an einer vorhandenen Anlage installiert werden kann.

Figur 2 zeigt eine Variante des Verfahrensablaufs. Hierbei wird  
25 ein Paket 1' auf einem Laufband 2' bewegt. Das Paket 1' ist bereits mit einem Packband 3' verschlossen. Über dem Paket 1' (also an einer Stelle, unter der sich das Paket 1' hindurchbewegt) ist eine Schreibeinrichtung 4' mit einem Schreibstrahl 5' angeordnet, die vorzugsweise als Laserlithograph ausgeführt ist.  
30 Hier wird die holographische Information also in das Packband 3' eingegeben, nachdem der in dem Paket 1' befindliche Gegenstand unter Benutzung des Packbands 3' verpackt worden ist.

Es ist auch denkbar, einen Teil der holographischen Information  
35 in das Packband 3 bzw. 3' einzuschreiben, bevor es auf das Paket 1 bzw. 1' aufgeklebt wird, und einen Teil der holographischen Information danach.

- 17 -

Im Ausführungsbeispiel weist das Packband 3 bzw. 3' eine Polymerfolie mit einer Dicke von 35  $\mu\text{m}$  aus biaxial verstrecktem Polypropylen auf. An der Unterseite der Polymerfolie befindet sich die Klebeschicht, die 20  $\mu\text{m}$  dick ist und aus funktionalisierter Poly(meth)acrylat besteht. Das Speichern der holographischen Information erfolgt im Ausführungsbeispiel nach der anhand der Figuren 9 und 10 erläuterten Methode, wobei die Oberseite des gesamten Packbands zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist. Daher ist auf die Oberseite der Polymerfolie eine semitransparente Reflexionsschicht aus Aluminium (etwa 10 bis 20 nm dick) aufgebracht, und darüber befinden sich eine Farbstoffschicht und eine Schutzschicht.

Das Packband kann auch andere Materialien oder Dimensionen haben oder zusätzliche Komponenten aufweisen, z.B. eine zur Verstärkung dienende Gewebereinlage. Eine derartige Gewebereinlage ist vorzugsweise unterhalb einer Polymerlage angeordnet und kann dabei auch in zusätzliches Polymer eingebettet sein. Weitere Komponenten des Packbands sind gegebenenfalls zum Speichern von holographischer Information erforderliche Komponenten (siehe unten).

Bei anderen Ausführungsformen des Packbands sind lediglich begrenzte Bereiche vorgesehen, die in vorgegebenen Abständen zueinander angeordnet und jeweils zum Speichern von holographischer Information eingerichtet sind, während das Packband in den dazwischenliegenden Zonen als einfaches Packband ohne die Möglichkeit zur holographischen Datenspeicherung gestaltet ist. Derartige begrenzte Bereiche können z.B. jeweils Durchmesser von 5 mm und Abstände von 50 mm zueinander haben. Sie können beispielsweise jeweils ein Stück Polymerfolie aufweisen, eine der im Folgenden beschriebenen Ausgestaltungen haben und auf ein herkömmliches Packband aufgeklebt oder aufgeschweißt sein.

Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten zum Speichern von holographischer Information mit Hilfe eines Packbands anhand von Beispielen näher erläutert.

- 18 -

Figur 3 ist eine schematische Draufsicht auf einen Ausschnitt aus einem zum Speichern von holographischer Information eingerichteten Bereich 11 eines Packbands, in den Information eingegeben ist. Im Ausführungsbeispiel ist der Bereich 11 (im folgenden als "Speicherbereich" bezeichnet) ein begrenzter Bereich mit einem eigenen Träger in Form eines quadratischen Stücks Polymerfolie von 8 mm Seitenlänge und ist zusammen mit gleichartig aufgebauten begrenzten Bereichen (Speicherbereichen) auf ein herkömmliches Packband aus Polyester aufgeklebt. Alternativ kann aber auch das gesamte Packband die anhand der Figuren 3 bis 5 erläuterte Schichtenfolge aufweisen, so dass das gesamte Packband zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist; eine derartige Variante ist unter Umständen sogar kostengünstiger.

Der Speicherbereich 11 weist eine als Speicherschicht eingerichtete Polymerfolie 12 auf, die gleichzeitig als Träger dient (und bei der oben erwähnten Variante die Tragstruktur des Packbands bildet) und im Ausführungsbeispiel aus biaxial orientiertem Polypropylen (BOPP) besteht und eine Dicke von 35  $\mu\text{m}$  hat. Die Brechzahl von bipolar orientiertem Polypropylen lässt sich lokal durch Erwärmung verändern, was zum Speichern von Information ausgenutzt werden kann, wie weiter oben erläutert. Vorzugsweise hat die Polymerfolie 12 eine Dicke im Bereich zwischen 10  $\mu\text{m}$  und 100  $\mu\text{m}$ , aber andere Dicken sind ebenfalls möglich. Beispiele für weitere vorteilhafte Materialien für die Polymerfolie 12 sind weiter oben angeführt.

In dem Speicherbereich 11 ist Information in Form von Pits 14 abgelegt. In dem Bereich eines Pits 14 hat die Polymerfolie 12 eine andere Brechzahl als in den Zonen zwischen den Pits 14. Der Begriff "Pit" ist hier im Sinne eines geänderten Bereichs zu verstehen, also allgemeiner als in seiner ursprünglichen Bedeutung ("Loch"). Dabei kann in einem Pit die Information in binär kodierter Form gespeichert sein, indem die Brechzahl nur zwei verschiedene Werte annimmt (wobei einer der beiden Werte auch mit der Brechzahl in der Polymerfolie 12 in den Zonen zwischen

- 19 -

den Pits 14 übereinstimmen kann). Es ist auch möglich, in einem Pit 14 die Information in kontinuierlich kodierter Form zu speichern, wobei die Brechzahl innerhalb des Pits 14 einen beliebig ausgewählten Wert aus einem vorgegebenen Wertebereich einnehmen  
5 kann. Anschaulich gesprochen, ist bei Speicherung in binär kodierter Form ein Pit "schwarz" oder "weiß", während es bei Speicherung in kontinuierlich kodierter Form auch alle dazwischenliegenden Grauwerte (Abstufungen der Amplitude oder Phase) annehmen kann.

10

Im Ausführungsbeispiel hat ein Pit 14 einen Durchmesser von etwa 0,8  $\mu\text{m}$ . Andere Formen als kreisrunde Pits 14 sind ebenfalls möglich, z.B. quadratische oder rechteckige Pits, aber auch andere Größen. Vorzugsweise beträgt die typische Abmessung eines Pits  
15 etwa 0,5  $\mu\text{m}$  bis 2,0  $\mu\text{m}$ . Die Figur 3 ist also eine stark vergrößerte Darstellung und zeigt lediglich einen Ausschnitt aus dem Speicherbereich 11.

In Figur 4 ist ein Ausschnitt aus dem Speicherbereich 11 in schematischem Längsschnitt dargestellt, und zwar nicht maßstabgetreu. Es ist zu erkennen, dass sich ein Pit 14 nicht über die volle Dicke der Polymerfolie 12 erstreckt. In der Praxis ist aufgrund des Schreibverfahrens zum Eingeben von Information, bei dem die Polymerfolie 12 im Bereich eines Pits 14 erwärmt wird,  
25 die Übergangszone im unteren Bereich eines Pits 14 zu dem unteren Bereich der Polymerfolie 12 kontinuierlich, d.h. die Brechzahl ändert sich in dieser Zone allmählich und nicht so scharf abgegrenzt, wie in Figur 4 gezeigt.

30 Unter (d.h. hinter) der Polymerfolie 12 befindet sich eine Reflexionsschicht 16, die im Ausführungsbeispiel aus Aluminium besteht. Die Reflexionsschicht 16 kann auch dann ihre Funktion erfüllen, wenn sie wesentlich dünner ist als die Polymerfolie 12.

35

Auf die Oberseite der Polymerfolie 12 ist eine Absorberschicht 18 aufgetragen. Im Ausführungsbeispiel weist die Absorberschicht

- 20 -

18 den Absorberfarbstoff Sudanrot 7B auf, dessen Moleküle in eine Matrix aus einem optisch transparenten Polymer, und zwar Polymethylmethacrylat (PMMA), eingebettet sind. Die Absorberschicht 18 hat im Ausführungsbeispiel eine Dicke von 0,5  $\mu\text{m}$ . Sudanrot 7B absorbiert besonders gut Licht im Wellenlängenbereich um 532 nm; diese Wellenlänge ist für einen Schreibstrahl eines Laserlithographen zum Eingeben von Information in den Speicherbereich 11 geeignet. Beispiele für andere Materialien der Absorberschicht 18 sind weiter oben angegeben. So eignen sich grüne Farbstoffe, z.B. aus der Styryl-Familie, besonders für Lichtwellenlängen von 635 nm oder 650 bis 660 nm oder 685 nm, bei denen die Laserdioden derzeitiger DVD-Geräte arbeiten; derartige Laserdioden können direkt moduliert werden, was die Pulserzeugung wesentlich vereinfacht und verbilligt. In Zukunft könnte auch der Bereich von 380 bis 420 nm interessant sein, wenn entsprechende blaue Laserdioden kommerziell und preisgünstig zu haben sind. Hierfür sind dann vorzugsweise gelbe Absorberfarbstoffe einzusetzen, wie zum Beispiel mit schwachen Donoren und Akzeptoren substituierte Stilbene, donorsubstituierte Nitrobenzole oder Coumarinfarbstoffe.

Die Absorberschicht 18 hat eine bevorzugte optische Dichte im Bereich von 0,2 bis 1,0; andere Werte sind jedoch ebenfalls denkbar. Die optische Dichte ist ein Maß für die Absorption, hier bezogen auf die Lichtwellenlänge eines Schreibstrahls. Definiert ist die optische Dichte als negativer dekadischer Logarithmus der Transmission durch die Absorberschicht, was mit dem Produkt des Extinktionskoeffizienten bei der verwendeten Wellenlänge des Schreibstrahls, der Konzentration des Absorberfarbstoffs in der Absorberschicht 18 und der Dicke der Absorberschicht 18 übereinstimmt.

Die Absorberschicht 18 erleichtert das Eingeben von Information in den Speicherbereich 11. Denn wenn ein Schreibstrahl auf den Bereich eines Pits 14 fokussiert wird, wird er zumindest teilweise in der Absorberschicht 18 absorbiert. Die dabei frei werdende Wärme überträgt sich weitgehend auf die Polymerfolie 12

- 21 -

und bewirkt so eine lokale Änderung der Brechzahl in der Polymerfolie 12 im Bereich des Pits 14. Es ist jedoch möglich, bei Verwendung sehr kurzer Laserpulse ganz auf den Absorberfarbstoff zu verzichten.

5

Um in den Speicherbereich 11 Information einzugeben, wird zunächst in einem Hologramm eines Speicherobjekts enthaltene Phaseninformation als zweidimensionale Anordnung berechnet. Dies kann als Simulation eines klassischen Aufbaus zum Erzeugen eines  
10 fotografisch erfassten Hologramms durchgeführt werden, bei dem kohärentes Licht von einem Laser nach Streuung an dem Speicherobjekt mit einem kohärenten Referenzstrahl zur Interferenz gebracht und das dabei entstehende Interferenzmuster als Hologramm aufgenommen wird. Die zweidimensionale Anordnung (zweidimensio-  
15 naler Array) enthält dann die Information, die zum Ansteuern des Schreibstrahls eines Laserlithographen erforderlich ist. Im Ausführungsbeispiel besitzt der Laserlithograph eine Auflösung von etwa 50 000 dpi (d.h. etwa 0,5  $\mu\text{m}$ ). Der Schreibstrahl des Laserlithographen wird im gepulsten Betrieb (typische Pulsdauer  
20 von etwa 1  $\mu\text{s}$  bis 10  $\mu\text{s}$  bei einer Strahlleistung von etwa 1 mW bis 10 mW zum Eingeben eines Pits 14) über die Oberseite des Speicherbereichs 11 geführt, um die gewünschte Information sequentiell in den Speicherbereich 11 (oder einen vorgewählten Bereich des Speicherbereichs 11) einzugeben. Dabei erwärmt der  
25 Schreibstrahl die Absorberschicht 18 entsprechend dem zweidimensionalen Array und erzeugt so die Pits 14, wie oben erläutert.

In Figur 5 ist in schematischer Weise veranschaulicht, wie die in dem Speicherbereich 11 gespeicherte Information ausgelesen  
30 werden kann. Dazu wird kohärentes Licht von einem Laser (vorzugsweise einer Wellenlänge, die von der Absorberschicht 18 nur gering absorbiert wird) auf die Oberseite des Speicherbereichs 11 gerichtet. Der Übersichtlichkeit halber ist von diesem vorzugsweise parallel einfallenden kohärenten Licht in Figur 5 nur  
35 ein kleiner Ausschnitt dargestellt, der mit 20 bezeichnet ist (einfallender Lesestrahl). In der Praxis ist das kohärente Licht großflächig auf die Polymerfolie 12 gerichtet und überdeckt



- 22 -

einen Bereich von z.B.  $1 \text{ mm}^2$ . Denn zur Rekonstruktion der abgespeicherten Information muss das von vielen Pits 14 ausgehende Licht erfasst werden. Die Intensität des einfallenden Lese-  
strahls 20 ist zu schwach, um die Brechzahl in der Polymerfolie  
5 12 und somit die abgespeicherte Information zu verändern.

Der einfallende Lesestrahl 20, der aus praktischen Gründen unter einem Winkel auf die Oberfläche des Speicherbereichs 11 auf-  
trifft, wird an der Grenzfläche 22 zwischen der Polymerfolie 12  
10 und der Reflexionsschicht 16 reflektiert, so dass ein reflektierter Lesestrahl 24 von der Grenzfläche 22 ausgeht und dabei die Pits 14 durchdringt. Da die lokale Brechzahl der Polymerfolie 12 je nach Pit 14 unterschiedlich ist, wird die lokale optische Weglänge variiert, so dass es zu Phasenverschiebungen  
15 kommt. Dies hat zur Folge, dass von dem Speicherbereich 11 nach Art eines Beugungsgitters Kugelwellen 26 ausgehen, die die gespeicherte Phaseninformation enthalten. In einem Abstand von dem Speicherbereich 11 kann mit einem Detektor ein holographisches Bild erfasst werden, das durch Interferenz der Kugelwellen  
20 26 zustande kommt.

Der für den Detektor erforderliche Aufwand und die Weiterverarbeitung des erfassten holographischen Bilds hängen von der Art des Speicherobjekts ab, wie weiter oben bereits erläutert. Für  
25 die Wiedergabe von maschinenlesbaren Daten (Datenseiten) eignet sich besonders ein mit einer Datenverarbeitungseinrichtung verbundener CCD-Sensor, während für eine reine Bildwiedergabe auch ein einfacherer Detektor sinnvoll ist, insbesondere dann, wenn die Bilddaten nicht weiterverarbeitet werden sollen.

30

Der Speicherbereich 11 kann außer den in Figur 4 erkennbaren Schichten zusätzliche Lagen aufweisen, z.B. oberhalb der Absorberschicht 18 eine transparente Schutzschicht. Unterhalb der Reflexionsschicht 16 befindet sich im Ausführungsbeispiel eine  
35 Klebeschicht, mit der der Speicherbereich 11 auf das herkömmliche Packband geklebt ist.

Wenn z.B. ein im sichtbaren Licht unsichtbarer Absorberfarbstoff (der z.B. im Infraroten absorbiert) oder aber kein Absorberfarbstoff verwendet wird oder wenn eine Absorberschicht nach dem Eingeben von Information in den Speicherbereich abgewaschen wird, lässt sich der Speicherbereich weitgehend transparent und sehr unauffällig gestalten.

Anhand der Figuren 6 bis 8 wird eine weitere Möglichkeit für das Speichern von holographischer Information mittels eines Packbands erläutert. Im Ausführungsbeispiel sind wiederum begrenzte Bereiche oder Speicherbereiche, die in vorgegebenen Abständen auf einem herkömmlichen Packband befestigt sind, zum Speichern der Information vorgesehen. Alternativ kann aber auch wieder das gesamte Packband die anhand der Figuren 6 bis 8 erläuterte Schichtenfolge aufweisen, so dass das gesamte Packband zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist, ähnlich wie in dem zuvor beschriebenen Beispiel.

In Figur 6 ist ein Ausschnitt aus dem hier mit 31 bezeichneten Speicherbereich in schematischer Längsschnittansicht dargestellt. Der Speicherbereich 31 weist eine als Speicherschicht eingerichtete Polymerfolie 32 auf, die im Ausführungsbeispiel aus biaxial orientiertem Polypropylen (BOPP) besteht und eine Dicke von 50  $\mu\text{m}$  hat. An der Unterseite der Polymerfolie 32 befindet sich eine 100 nm dicke Reflexionsschicht 33 aus Aluminium. Störende Interferenzeffekte in Folge von Reflexionen an der Oberseite der Polymerfolie 32 und der Reflexionsschicht 33 können gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen vermieden werden. Wenn das gesamte Packband zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist, kann die Polymerfolie gleichzeitig als Tragstruktur dienen, und unter der Reflexionsschicht ist vorzugsweise eine Klebeschicht angeordnet.

In dem Material der Polymerfolie 32 ist ein Absorberfarbstoff enthalten, der Licht eines Schreibstrahls absorbiert und in Wärme umwandelt. Im Ausführungsbeispiel ist als Absorberfarbstoff Sudanrot 7B verwendet, das besonders gut Licht im Wellen-

- 24 -

längenbereich um 532 nm absorbiert; diese Wellenlänge ist für einen Schreibstrahl eines Laserlithographen zum Eingeben von Information in den Speicherbereich 31 geeignet. Beispiele für andere Absorberfarbstoffe sind bereits weiter oben angegeben.

5 Alternativ kann der Absorberfarbstoff auch in einer separaten Schicht vorliegen, ähnlich der Absorberschicht 18 aus dem Beispiel gemäß den Figuren 3 bis 5; in diesem Fall hat die Absorberschicht eine bevorzugte optische Dichte (siehe oben) im Bereich von 0,2 bis 1,0, wobei andere Werte aber ebenfalls möglich  
10 sind. Wenn der Absorberfarbstoff über die gesamte Polymerfolie verteilt ist, empfiehlt sich ein größerer Wert für die optische Dichte, damit in der beim Schreibvorgang besonders zu erwärmenden Oberflächenzone der Polymerfolie genügend Absorberfarbstoff vorhanden ist.

15

Der Absorberfarbstoff erleichtert das Eingeben von Information in den Speicherbereich 31. Denn wenn ein Schreibstrahl 34 zum Beispiel mit Hilfe einer Linse 35 auf die Polymerfolie 32 fokussiert wird, und zwar vorzugsweise in deren Oberflächenzone, so  
20 wird die Lichtenergie des Schreibstrahls 34 besonders effizient in Wärme umgewandelt. In Figur 6 sind zwei Schreibstrahlen 34 und zwei Linsen 35 eingezeichnet, um das Einschreiben von Information an zwei verschiedenen Stellen der Polymerfolie 32 zu veranschaulichen. In der Praxis fährt der Schreibstrahl 34 jedoch  
25 vorzugsweise sequentiell über die Oberfläche der Polymerfolie 32. Zum Eingeben der Information eignet sich zum Beispiel ein Laserlithograph mit einer Auflösung von etwa 50 000 dpi (d.h. etwa 0,5  $\mu\text{m}$ ). Der Schreibstrahl des Laserlithographen wird im gepulsten Betrieb (typische Pulsdauer von etwa 1  $\mu\text{s}$  bis etwa 10  
30  $\mu\text{s}$  bei einer Strahlleistung von etwa 1 mW bis etwa 10 mW zum Belichten bzw. Erwärmen einer Stelle) über die Oberseite der Polymerfolie 32 geführt, also in der Regel in zwei Raumrichtungen, um die gewünschte Information sequentiell in den Speicherbereich 31 (oder einen vorgewählten Bereich des Speicherbereichs 31)  
35 einzugeben.

- 25 -

Figur 7 zeigt das Ergebnis der Einwirkung des gepulsten Schreibstrahls 34. Wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Materials der Polymerfolie 32 kommt es in einem eng begrenzten Volumen zu einer signifikanten Temperaturerhöhung, bei der sich die Oberflächenstruktur der Polymerfolie 32 lokal verändert. Auf diese Weise entsteht ein Pit 36, d.h. der lokale Bereich, in dem Information abgelegt ist. Zu jedem Pit 36 gehört eine zentrale Vertiefung 38, die von einer peripheren Aufwerfung 39 umgeben ist. Der Niveauunterschied zwischen dem tiefsten Punkt der Vertiefung 38 und dem höchsten Punkt der Aufwerfung 39, d.h. die lokale maximale Höhenänderung der Oberflächenstruktur in dem Pit 36, ist in Figur 7 mit H bezeichnet. H liegt typischerweise im Bereich von 50 nm bis 500 nm. Der Abstand zwischen den Zentren zweier benachbarter Pits 36, d.h. das Punktraster R, liegt vorzugsweise im Bereich von 1  $\mu\text{m}$  bis 2  $\mu\text{m}$ . Im Ausführungsbeispiel hat ein Pit 36 einen Durchmesser von etwa 0,8  $\mu\text{m}$ . Andere Formen als kreisrunde Pits 36 sind ebenfalls möglich. Vorzugsweise beträgt die typische Abmessung eines Pits etwa 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1,0  $\mu\text{m}$ . In Aufsicht sieht die Polymerfolie 32 mit den Pits 36 ähnlich aus wie die Darstellung in Figur 3.

In einem Pit 36 kann die Information in binär kodierter Form gespeichert sein, indem H nur zwei verschiedene Werte annimmt (wobei einer der beiden Werte vorzugsweise 0 ist). Es ist auch möglich, in einem Pit 36 die Information in kontinuierlich kodierter Form zu speichern, wobei H für ein gegebenes Pit 36 einen beliebig ausgewählten Wert aus einem vorgegebenen Wertebereich einnehmen kann.

Um in den Speicherbereich 31 Information einzugeben, wird zunächst in einem Hologramm eines Speicherobjekts enthaltene holographische Information als zweidimensionale Anordnung berechnet. Dies kann zum Beispiel als Simulation eines klassischen Aufbaus zum Erzeugen eines fotografisch erfassten Hologramms durchgeführt werden, bei dem kohärentes Licht von einem Laser, das von dem Speicherobjekt gestreut wird, mit einem kohärenten Referenzstrahl zur Interferenz gebracht und das dabei entstehende Modu-

- 26 -

- lationsmuster als Hologramm aufgenommen wird. Die zweidimensionale Anordnung (zweidimensionaler Array) enthält dann die Information, die zum Ansteuern des Schreibstrahls eines weiter oben bereits erläuterten Laserlithographen erforderlich ist. Wenn der Schreibstrahl des Laserlithographen im gepulsten Betrieb über die Oberseite des Speicherbereichs 31 geführt wird, erwärmt er die Polymerfolie 32 entsprechend dem zweidimensionalen Array. Dabei werden die Pits 36 erzeugt, wie oben gesehen.
- 10 In Figur 8 ist in schematischer Weise veranschaulicht, wie die in dem Speicherbereich 31 gespeicherte Information ausgelesen werden kann. Dazu wird kohärentes Licht von einem Laser (vorzugsweise einer Wellenlänge, die von dem Absorberfarbstoff in der Polymerfolie 32 nicht oder nur geringfügig absorbiert wird) auf die Oberseite des Speicherbereichs 31 gerichtet. (Alternativ kann auch eine sehr helle LED eingesetzt werden, die unter Umständen sogar zu günstigeren Ergebnissen führt, vor allem im Hinblick auf eine Verminderung von sogenanntem Speckles-Rauschen.) Der Übersichtlichkeit halber ist von diesem vorzugsweise parallel einfallenden kohärenten Licht (einfallender Lese-  
20 strahl) in Figur 8 nur ein kleiner Ausschnitt dargestellt, nämlich die mit 42 und 43 bezeichneten einfallenden Lichtwellen. In der Praxis ist das kohärente Licht großflächig auf die Polymerfolie 32 gerichtet und überdeckt einen Bereich von zum Beispiel  
25  $1 \text{ mm}^2$ . Denn zur Rekonstruktion der abgespeicherten Information muss das von vielen Pits 36 ausgehende Licht erfasst werden. Die Intensität des einfallenden Lesestrahls ist zu schwach, um die Oberflächenstruktur der Polymerfolie 32 und somit die abgespeicherte Information zu verändern.
- 30 Die Lichtwellen 42 und 43 haben zueinander eine feste Phase  $\Phi$ . Sie fallen aus praktischen Gründen unter einem Winkel auf die Oberseite der Polymerfolie 32, durchdringen die Polymerfolie 32 und werden an der Reflexionsschicht 33 reflektiert, so dass  
35 reflektierte Lichtwellen 44 und 45 von der Reflexionsschicht 33 ausgehen und wiederum die Polymerfolie 32 durchdringen. Da die lokale Oberflächenstruktur der Polymerfolie 32 über die Pits 36

- 27 -

variiert, kommt es zu einer Phasenverschiebung, und die reflektierten Lichtwellen 44 und 45 treten mit einer Phase  $\Psi$  aus, wie in Figur 8 veranschaulicht. Dies hat zur Folge, dass von dem Speicherbereich 31 nach Art eines Beugungsgitters Lichtwellen in  
5 viele Richtungen ausgehen, in denen Phaseninformation enthalten ist. In einigem Abstand von dem Speicherbereich 31 kann mit einem Detektor ein holographisches Bild erfasst werden, das durch Interferenz dieser Lichtwellen zustande kommt und eine Rekonstruktion der gespeicherten Information darstellt.

10

Die Figuren 9 und 10 veranschaulichen eine weitere Möglichkeit für das Speichern von holographischer Information mittels eines Packbands. Diesmal ist im Ausführungsbeispiel das gesamte Packband zum Speichern von holographischer Information eingerichtet.

15

In Figur 9 ist ein Ausschnitt aus dem mit 51 bezeichneten Packband in schematischem Längsschnitt dargestellt, und zwar nicht maßstabsgetreu; holographische Information ist bereits eingegeben. Das Packband 51 weist eine Tragstruktur 52 aus einer 40  $\mu\text{m}$   
20 dicken Polymerfolie aus verstrecktem Polyvinylchlorid auf, an dessen Unterseite sich eine 25  $\mu\text{m}$  dicke oder etwas dünnere Acrylatkleberschicht befindet (die in Figur 9 nicht eingezeichnet ist). Auf die Oberseite der Tragstruktur 52 ist eine Reflexionsschicht 54 aus Aluminium von 100 nm Dicke aufgebracht.

25

Über der Reflexionsschicht 54 ist eine Polymermatrix angeordnet, in die Farbstoffmoleküle eingebettet sind, wodurch eine Farbstoffschicht 56 ausgebildet ist. Im Ausführungsbeispiel besteht die Polymermatrix aus Polymethylmethacrylat (PMMA) und hat eine  
30 Dicke von 1  $\mu\text{m}$ . Andere Dicken sind ebenfalls möglich. Als Farbstoff dient im Ausführungsbeispiel Sudanrot in einer derartigen Konzentration, dass sich über die Dicke der Farbstoffschicht 56 eine optische Dichte von 0,8 ergibt, sofern der Farbstoff in der Farbstoffschicht 56 nicht durch Belichtung verändert ist. Bevorzugte Werte für die optische Dichte liegen im Bereich von 0,2  
35 bis 1,0; andere Werte sind jedoch ebenfalls denkbar. Auf die

- 28 -

Oberseite der Farbstoffschicht 56 ist eine Schutzschicht 57 aufgetragen.

In dem Packband 51 ist Information in Form von Pits 58 abgelegt, wobei der Begriff "Pit" wie zuvor im Sinne eines lokalisierten veränderten Bereichs zu verstehen ist. In dem Bereich eines Pits 58 ist das Absorptionsvermögen in der Farbstoffschicht 56 anders als in den Zonen zwischen den Pits 58. Dabei kann in einem Pit 58 die Information in binär kodierter Form gespeichert sein, indem das Absorptionsvermögen nur zwei verschiedene Werte annimmt (wobei einer der beiden Werte auch mit dem Absorptionsvermögen in der Farbstoffschicht 56 in den Zonen zwischen den Pits 58 übereinstimmen kann). Es ist auch möglich, in einem Pit 58 die Information in kontinuierlich kodierter Form zu speichern, wobei das Absorptionsvermögen innerhalb des Pits 58 einen beliebig ausgewählten Wert aus einem vorgegebenen Wertebereich annehmen kann.

Im Ausführungsbeispiel hat ein Pit 58 einen Durchmesser von etwa 0,8  $\mu\text{m}$ . Andere Formen als kreisrunde Pits 58 sind ebenfalls möglich, z.B. quadratische oder rechteckige Pits, aber auch andere Größen. Vorzugsweise beträgt die typische Abmessung eines Pits etwa 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1,0  $\mu\text{m}$ .

Es ist zu erkennen, dass sich im Ausführungsbeispiel ein Pit 58 nicht über die volle Dicke der Farbstoffschicht 56 erstreckt. In der Praxis ist aufgrund des Schreibverfahrens zum Eingeben von Information, bei dem der Farbstoff in der Farbstoffschicht 56 im Bereich eines Pits 58 mit Hilfe eines fokussierten Schreibstrahls verändert wird, die Übergangszone im unteren Bereich eines Pits 58 zu dem unteren Bereich der Farbstoffschicht 56 kontinuierlich, d.h. das Absorptionsvermögen ändert sich in dieser Zone allmählich und nicht so scharf abgegrenzt, wie in Figur 9 gezeigt. Ähnliches gilt für die seitlichen Ränder eines Pits 58. Vorzugsweise sind der Abstand der unteren Bereiche der Pits 58 zu der Reflexionsschicht 54 sowie die Dicke der Farbstoffschicht 56 so eingerichtet, dass beim Auslesen der hologra-

- 29 -

phischen Information störende Interferenz- und Überlagerungseffekte vermieden werden.

Im Ausführungsbeispiel wird beim Herstellen des Packbands 51 zunächst die Reflexionsschicht 54 aus Aluminium auf die Tragstruktur 52 aufgedampft, dann die Polymermatrix mit dem Farbstoff der Farbstoffschicht 56 mit einer Rasterwalze aufgetragen und zum Schluss die Schutzschicht 57 aufflaminiert.

10 Um in das Packband 51 Information einzugeben, wird - ähnlich wie zuvor - zunächst in einem Hologramm eines Speicherobjekts enthaltene holographische Information als zweidimensionale Anordnung berechnet (Amplitudenmodulation). Dies kann zum Beispiel als Simulation eines klassischen Aufbaus zum Erzeugen eines  
15 fotografisch erfassten Hologramms durchgeführt werden, bei dem kohärentes Licht von einem Laser nach Streuung an dem Speicherobjekt mit einem kohärenten Referenzstrahl zur Interferenz gebracht und das dabei entstehende Interferenzmuster als Hologramm aufgenommen wird. Die zweidimensionale Anordnung (zweidimensional  
20 naler Array) enthält dann die Information, die zum Ansteuern des Schreibstrahls eines Laserlithographen erforderlich ist. Im Ausführungsbeispiel besitzt der Laserlithograph eine Auflösung von etwa 50 000 dpi (d.h. etwa 0,5  $\mu\text{m}$ ). Der Schreibstrahl des Laserlithographen wird im gepulsten Betrieb (typische Pulsdauer  
25 von etwa 1  $\mu\text{s}$  bis 10  $\mu\text{s}$  bei einer Strahlleistung von etwa 1 mW bis 10 mW zum Eingeben eines Pits 58) über die Farbstoffschicht 56 des Packbands 51 geführt, um die gewünschte Information sequentiell in das Packband 51 (oder einen vorgewählten Bereich des Packbands 51) einzugeben. Dabei verändert der Schreibstrahl  
30 den Farbstoff in der Farbstoffschicht 56 entsprechend dem zweidimensionalen Array und erzeugt so die Pits 58, wie oben erläutert.

In Figur 10 ist in schematischer Weise veranschaulicht, wie die  
35 in dem Packband 51 gespeicherte Information ausgelesen werden kann. Dazu wird kohärentes Licht von einem Laser (vorzugsweise einer Wellenlänge, die von dem Farbstoff der Farbstoffschicht 56



- 30 -

signifikant absorbiert wird) auf die Oberseite des Packbands 51 gerichtet. Der Übersichtlichkeit halber ist von diesem vorzugsweise parallel einfallenden kohärenten Licht in Figur 10 nur ein kleiner Ausschnitt dargestellt, der mit 60 bezeichnet ist (einfallender Lesestrahl). In der Praxis ist das kohärente Licht großflächig auf die Farbstoffschicht 56 gerichtet und überdeckt einen Bereich von z.B.  $1 \text{ mm}^2$ . Denn zur Rekonstruktion der abgespeicherten Information muss das von vielen Pits 58 ausgehende Licht erfasst werden. Die Intensität des einfallenden Lesestrahls 60 ist zu schwach, um den Farbstoff in der Farbstoffschicht 56 und somit die abgespeicherte Information zu verändern.

Der einfallende Lesestrahl 60, der aus praktischen Gründen unter einem Winkel auf die Oberfläche des Packbands 51 auftrifft, durchstrahlt die Farbstoffschicht 56 und wird an der Grenzfläche 62 zwischen der Farbstoffschicht 56 und der Reflexionsschicht 54 reflektiert, so dass ein reflektierter Lesestrahl 64 von der Grenzfläche 62 ausgeht. Dabei werden die Pits 58 mit ihrem unterschiedlichen lokalen Absorptionsvermögen durchdrungen, was eine Amplitudenmodulation mit periodisch unterschiedlicher Lichtabsorption bewirkt. Der einfallende Lesestrahl 60 wird so in einer definierten Art und Weise abgelenkt, mit der Folge, dass von dem Packband 51 nach Art eines Beugungsgitters Kugelwellen 66 ausgehen, die die gespeicherte holographische Information wiedergeben. In einem Abstand von dem Packband 51 kann mit einem Detektor ein holographisches Bild erfasst werden, das durch Interferenz der Kugelwellen 66 zustande kommt. Auch an der Grenzfläche des Packbands 51 gegen Luft wird der Lesestrahl reflektiert und gegebenenfalls moduliert (der Übersichtlichkeit halber nicht in Figur 10 eingezeichnet), allerdings deutlich schwächer. Dennoch sollte durch geeignete Wahl der Materialien und Schichtdicken sichergestellt werden, dass es nicht zu störenden Interferenzen zwischen den verschiedenen reflektierten Strahlen kommt.

- 31 -

Wenn ein im sichtbaren Licht unsichtbarer Farbstoff verwendet wird (der z.B. im Infraroten absorbiert), lässt sich das Packband weitgehend transparent und sehr unauffällig gestalten.

- 5 Neben den hier anhand von Beispielen erläuterten Möglichkeiten zum Speichern holographischer Daten mittels eines Packbands lässt sich ein Packband grundsätzlich auch im Zusammenhang mit anderen holographischen Speichertechniken verwenden.

- 32 -

Patentansprüche

1. Verwendung eines Packbands, das eine Polymerfolie (12; 32; 52) aufweist, als holographischer Datenträger, wobei das Packband (3; 3') zum Speichern von holographischer Information eingerichtet ist.
- 5 2. Verwendung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gegenstand (1; 1') unter Benutzung des Packbands (3; 3') verpackt wird.
- 10 3. Verwendung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenstand (1') unter Benutzung des Packbands (3') verpackt wird und anschließend holographische Information in das Packband (3') eingegeben wird.
- 15 4. Verwendung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass holographische Information in das Packband (3) eingegeben wird und anschließend der Gegenstand (1) unter Benutzung des Packbands (3) verpackt wird.
- 20 5. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerfolie (12; 32; 52) verstreckt ist, vorzugsweise biaxial verstreckt.
- 25 6. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerfolie (12; 32; 52) ein Material aufweist, das aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyester, Polyethylenterephthalat, Polyethylennaphthalat, Polymethylpenten, Polyimid.
- 30 7. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Packband (3; 3'; 51) eine Klebeschicht aufweist.
- 35 8. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerfolie (12; 32) lokal durch Erwär-

- 33 -

mung veränderbar ist und zum Speichern von holographischer Information über die lokalen Eigenschaften der Polymerfolie (12; 32) eingerichtet ist.

- 5 9. Verwendung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Brechzahl der Polymerfolie (12) lokal durch Erwärmung ver-  
änderbar ist, wobei optische Phaseninformation über die  
lokale optische Weglänge in der Polymerfolie (12) abspei-  
cherbar ist und es vorgesehen ist, die Polymerfolie (12)  
10 beim Auslesen von Information vorzugsweise in Transmission  
zu durchstrahlen.
10. Verwendung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Oberflächenstruktur der Polymerfolie (32) lokal durch Erwär-  
15 mung veränderbar ist, wobei holographische Information über  
die lokale Oberflächenstruktur der Polymerfolie (32) abspei-  
cherbar ist.
11. Verwendung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der Polymerfolie (12; 32) ein Absorberfarbstoff zuge-  
ordnet ist, der dazu eingerichtet ist, einen zum Eingeben  
von Information dienenden Schreibstrahl (34) zumindest teil-  
weise zu absorbieren und die dabei erzeugte Wärme zumindest  
teilweise lokal an die Polymerfolie (12; 32) abzugeben.  
25
12. Verwendung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in  
dem Material der Polymerfolie (32) Absorberfarbstoff enthal-  
ten ist.
- 30 13. Verwendung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet,  
dass Absorberfarbstoff in einer separaten Absorberschicht  
(18) angeordnet ist, wobei die Absorberschicht (18) vorzugs-  
weise ein Bindemittel aufweist.
- 35 14. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Polymerfolie (52) eine Farbstoffschicht  
(56) mit einem durch Belichtung veränderbaren, vorzugsweise

- 34 -

ausbleichbaren oder zerstörbaren, Farbstoff trägt, wobei holographische Information über das lokale Absorptionsvermögen in der Farbstoffschicht (56) abspeicherbar ist.

- 5 15. Verwendung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Farbstoffschicht (56) eine Polymermatrix aufweist, in  
die Farbstoffmoleküle eingebettet sind, wobei die Polymerma-  
trix vorzugsweise mindestens eines der aus der folgenden  
Gruppe ausgewählten Polymere bzw. Copolymere aufweist: Poly-  
10 methylmethacrylat, Polyimide, Polyetherimide, Polymethylpen-  
ten, Polycarbonat, cycloolefinisches Copolymer, Polyether-  
etherketon.
- 15 16. Verwendung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Farbstoff mindestens einen der aus der folgenden  
Gruppe ausgewählten Farbstoffe aufweist: Azofarbstoffe,  
Diazofarbstoffe, Polymethinfarbstoffe, Arylmethinfarbstoffe,  
Aza[18]annulen-Farbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe.
- 20 17. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass das Packband (3; 3'; 51) eine Reflexions-  
schicht (16; 33; 54) aufweist, die dazu eingerichtet ist,  
zum Auslesen von holographischer Information dienendes Licht  
zu reflektieren.
- 25 18. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass zum Eingeben von holographischer Informa-  
tion in das Packband (3; 3'; 11; 31; 51) in einem Hologramm  
eines Speicherobjekts enthaltene holographische Information  
30 als zweidimensionale Anordnung berechnet wird und ein  
Schreibstrahl (5; 5'; 34) einer Schreibeinrichtung (4; 4'),  
vorzugsweise eines Laserlithographen, auf das Packband (3;  
3'; 11; 31; 51) gerichtet und entsprechend der zweidimensio-  
nalen Anordnung so angesteuert wird, dass die lokalen Eigen-  
35 schaften des Packbands (3; 3'; 11; 31; 51) gemäß der holo-  
graphischen Information eingestellt werden.

- 35 -

19. Verwendung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die holographische Information in Form von Pits (14; 36; 58) vorgegebener Größe eingegeben wird.
- 5 20. Verwendung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Pit (14; 36; 58) die holographische Information in binär kodierter Form gespeichert wird.
- 10 21. Verwendung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Pit (14; 36; 58) die holographische Information in kontinuierlich kodierter Form gespeichert wird, wobei die lokalen Eigenschaften des Packbands (3; 3'; 11; 31; 51) in dem Pit (14; 36; 58) gemäß einem Wert aus einem vorgegebenen Wertebereich eingestellt werden.
- 15 22. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Packband (3; 3'; 11; 31; 51) gespeicherte holographische Information aufweist.
- 20 23. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass zum Auslesen von holographischer Information aus dem Packband (3; 3'; 11; 31; 51) Licht (20; 42, 43; 60), vorzugsweise kohärentes Licht, großflächig auf das Packband (3; 3'; 11; 31; 51) gerichtet wird und nach Reflexion an dem Packband (3; 3'; 11; 31; 51) als Rekonstruktion der in dem bestrahlten Bereich enthaltenen holographischen Information ein holographisches Bild in einem Abstand zu dem Packband (3; 3'; 11; 31; 51) erfasst wird.
- 25 24. Verwendung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das holographische Bild von einem mit einer Datenverarbeitungseinrichtung verbundenen CCD-Sensor erfasst wird.
- 30 25. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Packband (3; 3') eine Anzahl begrenzter Bereiche (11; 31) hat, die jeweils zum Speichern von holographischer Information eingerichtet sind.
- 35

- 36 -

26. Verwendung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die begrenzten Bereiche (11; 31) in vorgegebenen Abständen auf dem Packband (3; 3') angeordnet sind.
- 5 27. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass von dem Packband (3; 3'; 11; 31; 51) zu löschende holographische Information durch Zerstören mit einem starken Schreibstrahl gelöscht wird.
- 10 28. Packband, dadurch gekennzeichnet, dass es für die Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 27 hergerichtet ist.

1/4

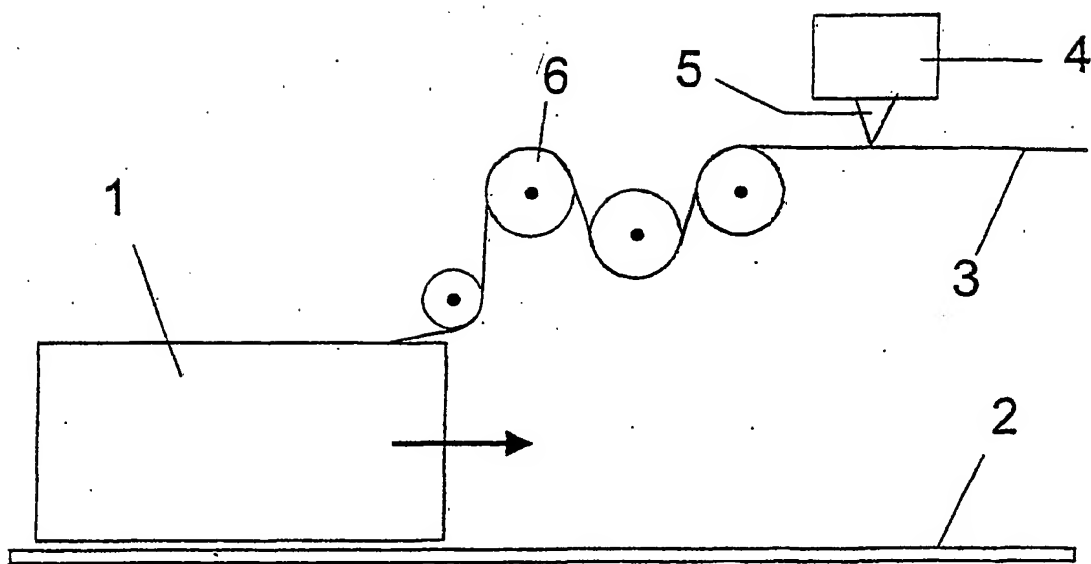


FIG. 1

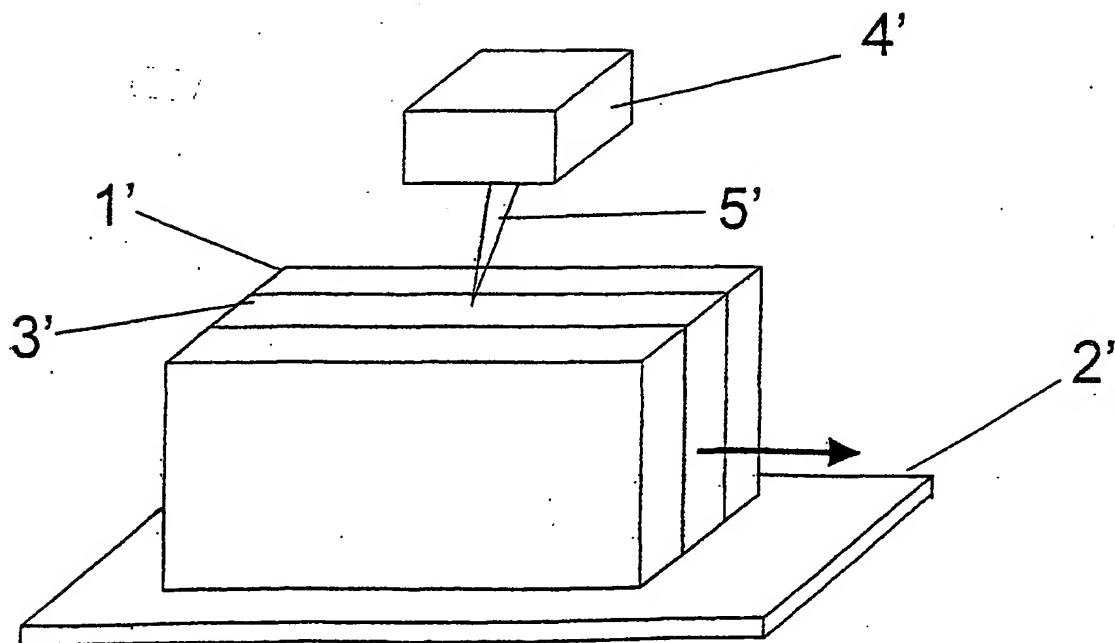


FIG. 2



2/4

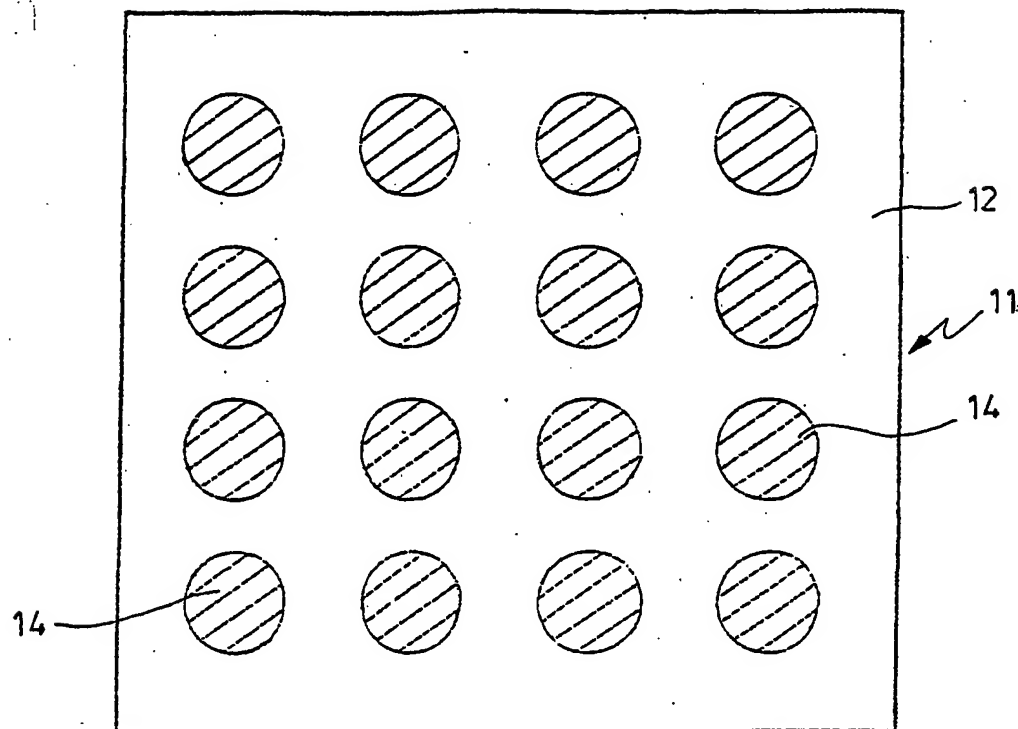


FIG. 3

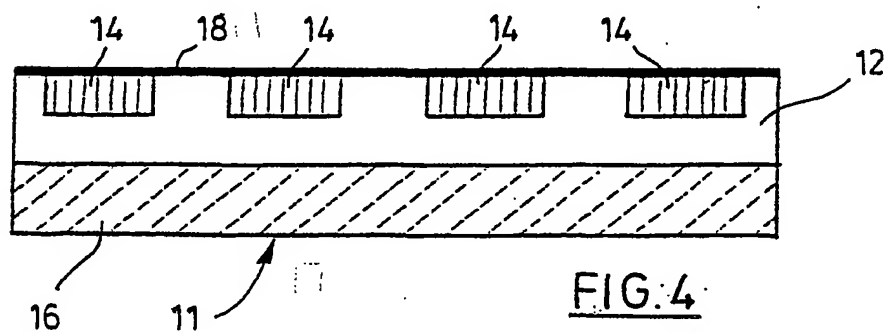


FIG. 4

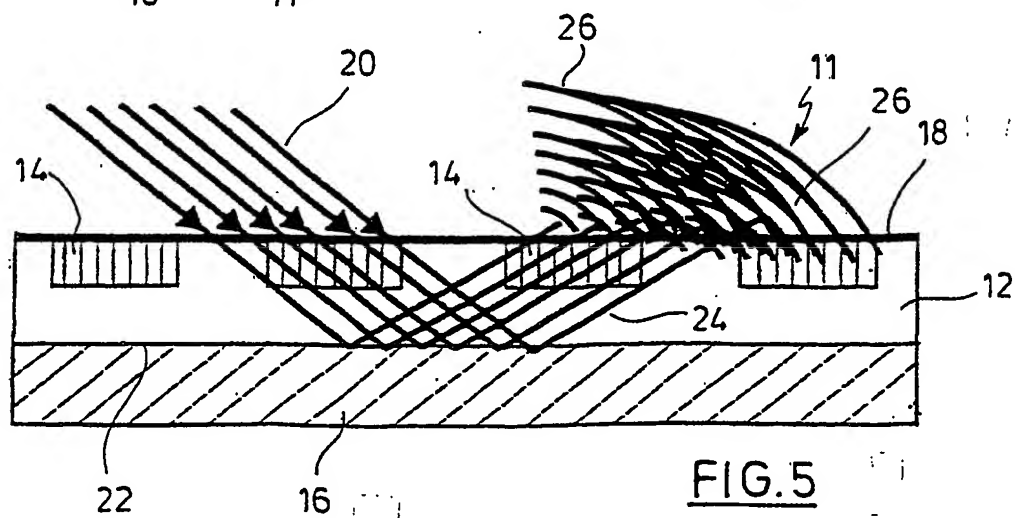
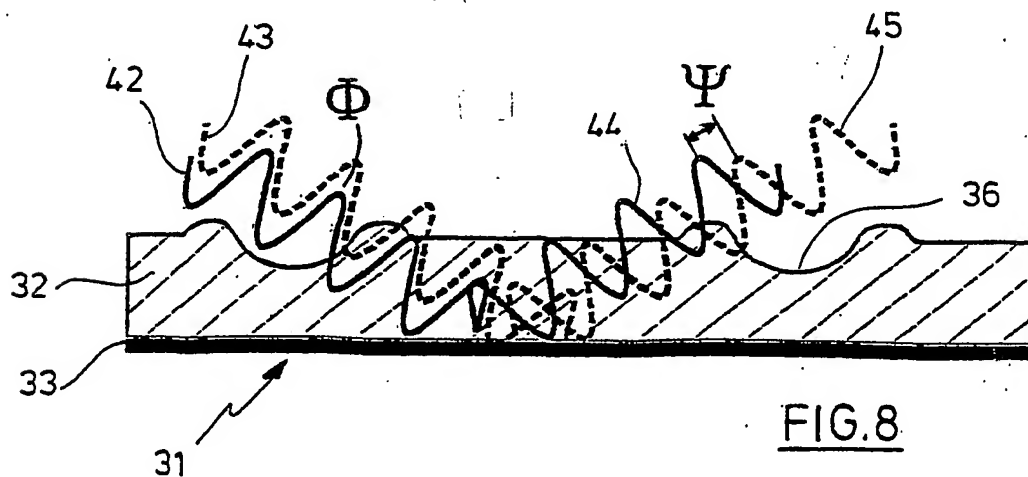
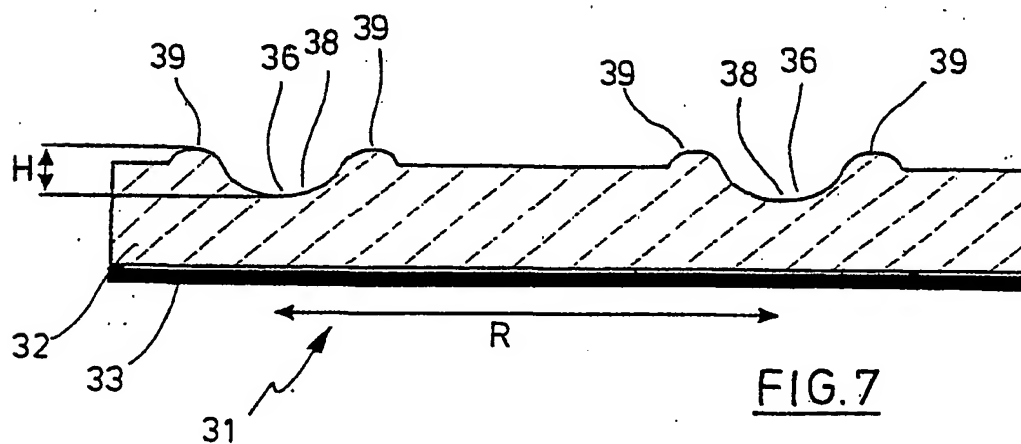
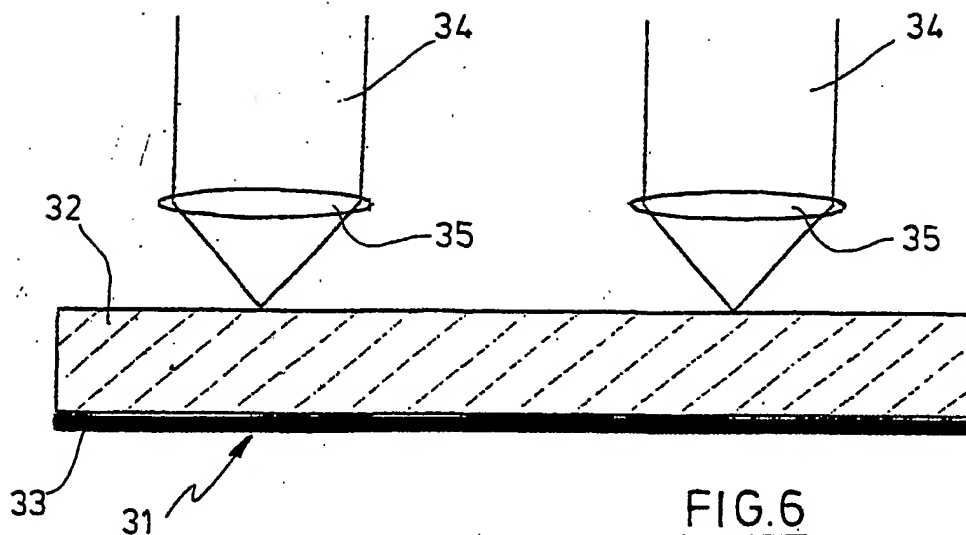
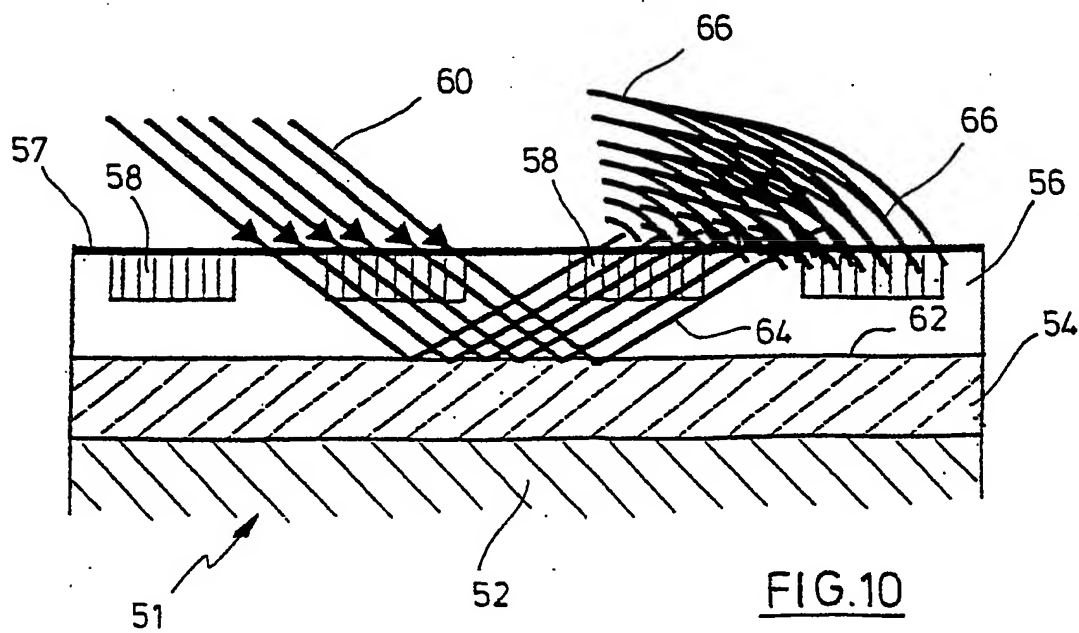
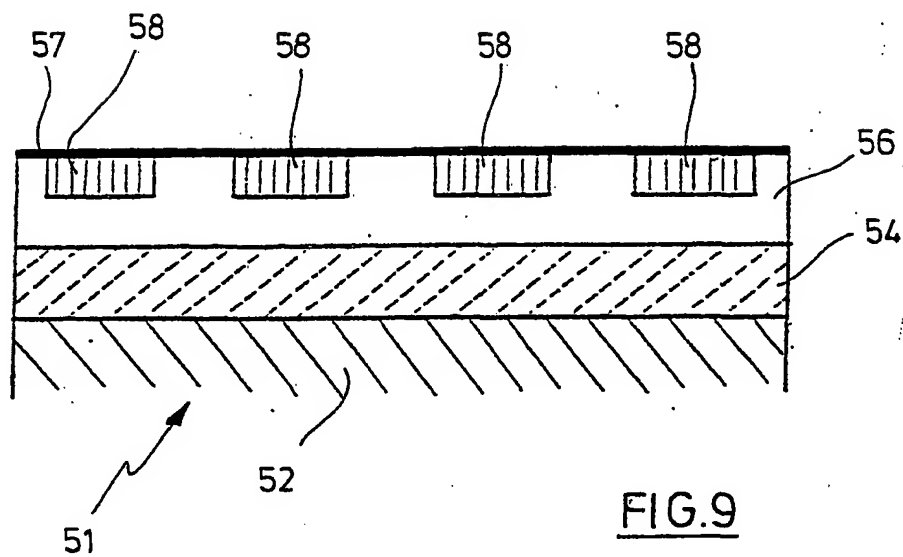


FIG. 5

3/4



4/4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/EP 01/12238

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 G03H1/02 G09F3/02 B65D55/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G09F B65D G03H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) WPI Data, PAJ, EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 797 492 A (KAWAJIRI MASAYUKI ET AL) 25 August 1998 (1998-08-25) column 1, line 57 - line 65 column 2, line 36 - line 47 column 3, line 39 - column 4, line 4 column 4, line 53 - line 57	1,2,4-7, 17,22,28
Y		8,9,14, 16, 18-21,23
X	EP 0 585 076 A (PAYNE P P LTD) 2 March 1994 (1994-03-02) column 2, line 2 - line 14 column 4, line 16 - line 31 --- -/--	1,2,4-7, 22,28
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 April 2002		Date of mailing of the international search report 18/04/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Krametz, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/12238

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00 17864 A (GERSPACH MATTHIAS ;BEIERSDORF AG (DE); LEIBER JOERN (DE); NOEHTE S) 30 March 2000 (2000-03-30) page 2, paragraph 5 -page 3, paragraph 1 page 4, paragraph 4 -page 5, paragraph 3 claims 4-6,13-18	8,9
A	----	5,6, 18-21
Y	DE 37 23 522 A (ROEHM GMBH) 2 February 1989 (1989-02-02) page 7, line 58 -page 8, line 41 page 9, line 22 - line 49 page 10, line 3 - line 12 claims 1,15,16,19-21	14,16, 18-21,23
A	----	11,12
A	EP 0 528 134 A (DIAFOIL HOECHST CO LTD) 24 February 1993 (1993-02-24) page 2, line 3 - line 5 page 2, line 26 - line 30 page 3, line 8 - line 12 page 6, line 17 - line 21	5,6,17
A	----	6,14-18
A	US 5 958 650 A (SCHMIDHALTER BEAT ET AL) 28 September 1999 (1999-09-28) column 1, line 4 - line 16 column 11, line 29 -column 14, line 4	23,24
A	EP 0 613 126 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 31 August 1994 (1994-08-31) page 16, line 44 -page 18, line 38	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 01/12238

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5797492	A	25-08-1998	JP 9077174 A CN 1156882 A	25-03-1997 13-08-1997
EP 0585076	A	02-03-1994	AT 209241 T CA 2104704 A1 DE 9321646 U1 DE 69331179 D1 EP 0585076 A2 JP 7056512 A US 6196383 B1 US 2001000741 A1	15-12-2001 28-02-1994 06-12-2001 03-01-2002 02-03-1994 03-03-1995 06-03-2001 03-05-2001
WO 0017864	A	30-03-2000	DE 29816802 U1 AU 3415999 A WO 0017864 A1 EP 1112570 A1	10-02-2000 10-04-2000 30-03-2000 04-07-2001
DE 3723522	A	02-02-1989	DE 3723522 A1	02-02-1989
EP 0528134	A	24-02-1993	JP 5217216 A JP 5002772 A CA 2071689 A1 DE 69222104 D1 EP 0528134 A1 MX 9203044 A1	27-08-1993 08-01-1993 25-12-1992 16-10-1997 24-02-1993 01-07-1993
US 5958650	A	28-09-1999	AU 5561198 A BR 9714232 A WO 9828737 A1 EP 0946941 A1 JP 2001506933 T US 5962657 A	17-07-1998 18-04-2000 02-07-1998 06-10-1999 29-05-2001 05-10-1999
EP 0613126	A	31-08-1994	JP 3175326 B2 JP 6076365 A DE 69321938 D1 DE 69321938 T2 EP 0613126 A1 US 5570338 A WO 9406113 A1 US 5625619 A US 5644565 A	11-06-2001 18-03-1994 10-12-1998 01-07-1999 31-08-1994 29-10-1996 17-03-1994 29-04-1997 01-07-1997

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12238

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 G03H1/02 G09F3/02 B65D55/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte(r) Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 G09F B65D G03H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 797 492 A (KAWAJIRI MASAYUKI ET AL) 25. August 1998 (1998-08-25) Spalte 1, Zeile 57 - Zeile 65 Spalte 2, Zeile 36 - Zeile 47 Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 4 Spalte 4, Zeile 53 - Zeile 57	1, 2, 4-7, 17, 22, 28
Y		8, 9, 14, 16, 18-21, 23
X	EP 0 585 076 A (PAYNE P P LTD) 2. März 1994 (1994-03-02) Spalte 2, Zeile 2 - Zeile 14 Spalte 4, Zeile 16 - Zeile 31 --- -/-	1, 2, 4-7, 22, 28

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. April 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/04/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Krametz, E

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12238

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 00 17864 A (GERSPACH MATTHIAS ;BEIERSDORF AG (DE); LEIBER JOERN (DE); NOEHTE S) 30. März 2000 (2000-03-30) Seite 2, Absatz 5 -Seite 3, Absatz 1 Seite 4, Absatz 4 -Seite 5, Absatz 3 Ansprüche 4-6,13-18	8,9
A	----	5,6, 18-21
Y	DE 37 23 522 A (ROEHM GMBH) 2. Februar 1989 (1989-02-02) Seite 7, Zeile 58 -Seite 8, Zeile 41 Seite 9, Zeile 22 - Zeile 49 Seite 10, Zeile 3 - Zeile 12 Ansprüche 1,15,16,19-21	14,16, 18-21,23
A	----	11,12
A	EP 0 528 134 A (DIAFOIL HOECHST CO LTD) 24. Februar 1993 (1993-02-24) Seite 2, Zeile 3 - Zeile 5 Seite 2, Zeile 26 - Zeile 30 Seite 3, Zeile 8 - Zeile 12 Seite 6, Zeile 17 - Zeile 21	5,6,17
A	----	
A	US 5 958 650 A (SCHMIDHALTER BEAT ET AL) 28. September 1999 (1999-09-28) Spalte 1, Zeile 4 - Zeile 16 Spalte 11, Zeile 29 -Spalte 14, Zeile 4	6,14-18
A	----	
A	EP 0 613 126 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 31. August 1994 (1994-08-31) Seite 16, Zeile 44 -Seite 18, Zeile 38	23,24
	-----	



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

II Anales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12238

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5797492 A	25-08-1998	JP 9077174 A	25-03-1997
		CN 1156882 A	13-08-1997
EP 0585076 A	02-03-1994	AT 209241 T	15-12-2001
		CA 2104704 A1	28-02-1994
		DE 9321646 U1	06-12-2001
		DE 69331179 D1	03-01-2002
		EP 0585076 A2	02-03-1994
		JP 7056512 A	03-03-1995
		US 6196383 B1	06-03-2001
		US 2001000741 A1	03-05-2001
WO 0017864 A	30-03-2000	DE 29816802 U1	10-02-2000
		AU 3415999 A	10-04-2000
		WO 0017864 A1	30-03-2000
		EP 1112570 A1	04-07-2001
DE 3723522 A	02-02-1989	DE 3723522 A1	02-02-1989
EP 0528134 A	24-02-1993	JP 5217216 A	27-08-1993
		JP 5002772 A	08-01-1993
		CA 2071689 A1	25-12-1992
		DE 69222104 D1	16-10-1997
		EP 0528134 A1	24-02-1993
		MX 9203044 A1	01-07-1993
US 5958650 A	28-09-1999	AU 5561198 A	17-07-1998
		BR 9714232 A	18-04-2000
		WO 9828737 A1	02-07-1998
		EP 0946941 A1	06-10-1999
		JP 2001506933 T	29-05-2001
		US 5962657 A	05-10-1999
EP 0613126 A	31-08-1994	JP 3175326 B2	11-06-2001
		JP 6076365 A	18-03-1994
		DE 69321938 D1	10-12-1998
		DE 69321938 T2	01-07-1999
		EP 0613126 A1	31-08-1994
		US 5570338 A	29-10-1996
		WO 9406113 A1	17-03-1994
		US 5625619 A	29-04-1997
		US 5644565 A	01-07-1997